www.better-building.eu

BETTER BUILDING

Certifying VET teachers as Energy Saving Advisers

A transfer system into three different European societies

Curriculum e materiale didattico – Italy

This publication was developed in the course of the Leonardo da Vinci Transfer of Innovation project "Better Building – Certifying VET teachers as energy saving advisers. A transfer system into three different European societies." Project number LLP-LDV/TOI/07/IT/307.

The project partnership:

- IAL Emilia Romagna, Bologna, Italy (Project promoter)
- BEST Institut für berufsbezogene Weiterbildung und Personaltraining GmbH, Vienna, Austria (Coordinator)
- Fundatia Romano-Germana CPPP, Timisoara, Romania
- GLOBALTraining and Consulting, Istanbul, Turkey
- PAPILOT - Zavod za vzpodbujanje in razvijanje kvalitete življenja, Ljubljana, Slovenia
- Rogaland Kurs og Kompetansesenter, Stavanger, Norway
- Tekniker Eğitim Sağlık Kültür Vakfı (TEK-SAV), Ankara, Turkey

For non-commercial purposes, a download version of this publication will be available until 14. November 2011 at: www.better-building.eu

www.better-building.eu

Copyright 2009

Copyright 2008

Indices

Introduzione 7
Summary of the modular curriculum and teaching materials 13
PARTE I 1
Curriculum Didattico 1
PARTE II 1
Materiale didattico 1
UF 1 – L'INTERAZIONE TRA AMBIENTE ED EDILIZIA 46
UF2 - IL QUADRO NORMATIVO PER LE COSTRUZIONI NUOVE ED ESISTENTI.... 87
UF 3 IL BILANCIO ENERGETICO DEGLI EDIFICI: abitabilità e parametri termic..i 111
UF 4 L'ISOLAMENTO TERMICO NELL'EDILIZIA 125
UF 5 MATERIALI ISOLANTI PER IL RISANAMENTO TERMOTECNICO PER CATEGORIE DI ELEMENTI COSTRUTTIVI 170
UF 6 FONDAMENTI DI CONDUCIBILITA' TERMICA DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI 183
UF 7 LA FORMAZIONE DI CONDENSA E L'UMIDITÀ NEGLI EDIFICI 213
UF8 – LA FATTIBILITA' ECONOMICA DELL'ISOLAMENTO TERMICO AGGIUNTIVO 234
UF 9 – L'IMPIEGO DELLE ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI NELL'EDILIZIA..... 244
UF 10 – RICICLAGGIO DEI RIFIUTI GENERATI DALLE ATTIVIA' DI RISANAMENTO 275
UF 11LE OPPORTUNITA' OFFERTE DAL MERCATO PER UN EDILIZIA SOSTENIBILE 308
UF 12 - LA COMUNICAZIONE 340

Introduzione

La presente pubblicazione rappresenta il prodotto finale di una serie di attività realizzate all'interno del progetto "Better Building - Certifying VET teachers as energy saving advisers. A transfer system into three different European societies", rispondente alle finalità del Programma Europeo LifeLong Learning 2007-1013 – Leonardo da Vinci – Multilateral Projects Transfer of Innovation.
In accordo alla specifica misura del Programma, relativa al trasferimento dell'innovazione, il progetto è finalizzato ad adattare ed integrare i risultati ed i contenuti innovativi elaborati nell'ambito di precedenti esperienze Leonardo da Vinci o di iniziative condotte a livello nazionale, regionale, locale o settoriale.
Nel caso specifico di Better Building, si sta provvedendo infatti a diffondere materiali sviluppati all'interno del progetto Leonardo da Vinci "ECOES-A – European Community oriented energy saving – ADVISED" (RO / 04/B/F/PP 175045), presentato nell'ambito del Programma Leonardo da Vinci della precedente programmazione.

In tale progetto venne sviluppato un percorso di formazione, finemente descritto in moduli didattici con relativi obiettivi e contenuti, e sperimentato poi su due territori Europei in particolare, la Romania e la Bulgaria.
La formazione aveva il suo focus sull'efficienza energetica negli edifici ed era indirizzata in primo luogo ai consulenti impegnati nel settore edilizio, che avrebbero poi a loro volta diffuso il loro know how sul campo.

Oltre al percorso formativo, vennero sviluppati i relativi materiali didattici, in modo da fornire ai tecnici del settore una serie di contenuti sistematizzati, nonché un valido supporto per trasmettere tali contenuti ad altri tecnici, a studenti e/o a gruppi aula di percorsi di formazione volti alla qualificazione e/o all'aggiornamento professionale nel settore edilizio.

Il progetto Better Building è quindi nato con l'obiettivo di adattare il percorso ed i materiali didattici di Ecoes-A per permettere un'ulteriore diffusione di saperi legati all'efficienza energetica tra tecnici che svolgono regolare attività di docenza e consulenza all'interno del settore edilizio.
I Paesi Europei interessati a questo nuovo trasferimento sono l'Italia, la Turchia e la Slovenia; ciascun Paese è rappresentato da un partner attivo del progetto e da una serie di attori economici ed istituzionali locali di riferimento, impegnati – i primi operativamente, i secondi a supporto - in questa attività di adattamento, al fine di assicurare che esso avvenga sulla base di specifiche necessità del territorio, pertanto in un'ottica di efficacia dell'intervento di trasferimento dell'innovazione.

Le necessità del territorio sono state individuate attraverso un'azione di ricerca che ha potuto sondare gli elementi da cui nascono le peculiarità degli interventi, ovvero, a titolo di esempio: la particolare situazione della compagine edilizia dell'area interessata; la fattibilità di determinati interventi di efficienza energetica, a motivo di incentivi economici o per rispondere a normative che regolano le scelte in materia energetica e in materia edile; gli strumenti di alta educazione e formazione professionale già esistenti rispetto ad una preparazione come quella obiettivo del percorso per consulente energetico, e pertanto le esigenze di qualificazione professionale delle figure impegnate, a livelli specialmente direttivi, nel settore edilizio.

Il percorso per consulente in materia di efficienza energetica negli edifici

Le analisi che IAL CISL Emilia Romagna, in qualità di titolare del progetto *Better Building*, nonché di partner rappresentativo per la società italiana, ha realizzato allo scopo di predisporre modifiche ed integrazioni mirate alle esigenze del territorio emiliano romagnolo, hanno consentito una revisione del curriculum formativo e dei materiali didattici relativi sviluppati all'interno del progetto *Ecoes-A* che fosse appunto mirata al territorio.

Tali materiali, che non hanno la pretesa di esaurire i contenuti di ciascuna Unità Formativa, sono stati poi sottoposti al giudizio degli *stakeholders* locali coinvolti, in modo da ottenere una validazione del percorso formativo e dei materiali stessi, in termini di rispondenza alle specifiche della realtà territoriale e di aggiornamento dei contenuti rispetto alle tecniche di efficienza energetica più innovative.

Sono stati pertanto coinvolti Istituzioni locali, Atenei, centri di formazione, scuole, aziende ed associazioni di categoria e d prodotto operanti nel settore edilizio e/o nel settore energetico.

Il percorso formativo rappresenta un'offerta di circa 170 ore da destinare ad operatori del settore edile che vogliono/devono qualificarsi in merito alle performance energetiche degli edifici, soprattutto perché impegnati in attività di formazione e consulenza, quindi per poter a loro volta sensibilizzare e specializzare operatori del settore in materia di efficienza energetica del parco edilizio.

Competenze in esito al percorso devono essere infatti:

- fornire consulenza generale nel settore delle misure di risparmio energetico e dell'utilizzazione di materiali edili adeguati ad un target misto di destinatari, come ad esempio gli amministratori condominiali, gli

architetti, gli ingegneri, i capo-cantiere, gli operatori di associazioni edili, docenti di scuole edili, …;

- trasmettere *know how* tecnico a classi di utenti, a prescindere dalla loro preparazione in entrata e preparazione professionale pregressa, pertanto, a titolo di esempio, a persone in qualificazione professionale di base o di specializzazione, o in aggiornamento;
- proporre misure di risparmio energetico;
- preparare preventivi costi-utilizzo per i proprietari di case ed appartamenti;
- disegnare modelli per il risanamento ed incentivazione al risanamento;
- elaborare piani di progettazione per la costruzione ed un risanamento efficienti dal punto di vista energetico.

Ciò che è importante conoscere per soddisfare queste competenze è, semplificando:

- - la normativa comunitaria, nazionale ed eventualmente locale che regolamenta gli obblighi da rispettare nella costruzione/ristrutturazione degli edifici;
- - le tecniche di costruzione più innovative che permettono performance energetiche più efficaci;
- - le metodologie di lavoro che riguardano progettazione, gestione e manutenzione degli interventi edilizi;
- - le caratteristiche di performance delle risorse energetiche, anche alternative, applicate all'edificio.

Tali conoscenze sono state sistematizzate in dettaglio e vengono riportate nella presente pubblicazione.

La logica è quella dei Moduli formativi, ovvero una strutturazione delle conoscenze e competenze trasversali e tecniche suddivisa per sotto-temi, in modo da fornire una lettura di obiettivi e contenuti specifici e non generali.

Rispetto ai contenuti, sono stati individuati i materiali didattici relativi, riportati nella presente pubblicazione, suddivisi per singola unità didattica.

Ad integrazione della descrizione puntuale del percorso e degli allegati contenenti il materiale didattico di supporto, è stato prodotto un ulteriore strumento, "*Guidelines*" , che ha lo scopo di fornire alcune note metodologiche circa l'approccio formativo da seguire.

Conclusioni

La presente pubblicazione non vuole rappresentare uno strumento didattico esaustivo di tutto il sapere relativo all'efficienza energetica nelle costruzioni edili. Sarebbe assolutamente pretenzioso supporre una copertura totale di saperi con una struttura formativa, che per sua natura è circoscritta e finita.
A complicare il quadro delle competenze necessarie a lavorare nella progettazione e/o gestione di attività edili in un'ottica di risparmio energetico, vi è poi il fattore contestuale: la situazione energetica è in continua evoluzione, sia dal punto di vista della legislazione che la disciplina e che stabilisce opportunità o vincoli, sia dal punto di vista dell'innovazione tecnologica che è sottoposta a sviluppi esponenziali.
Vi è infine anche un fattore contingente al settore edile che porta la situazione tecnica a farsi più complessa: le attività edili si compongono di processi di lavoro, a tutti i livelli, in squadra, dove, a realizzare un unico prodotto (l'edificio), concorre un team di ruoli, di operatori, e ciascuno ha obiettivi di performance differenti, a volte in vero e proprio conflitto l'uno con l'altro.

Tale complessità, per essere affrontata, richiede soprattutto, prima ancora dell'acquisizione di know how mai bastevole, un particolare atteggiamento, una specifica modalità di approccio alla conoscenza, che è una volontà di

approfondimento indeterminato e insieme una sperimentazione continua che possa contribuire a relativizzare formule, concetti astratti e contenuti.

Altra componente fondamentale per far fronte alla complessità di competenze è un *background* culturale dove la condivisione ha un ruolo fondamentale: un atteggiamento in grado di cogliere l'importanza della visibilità, del trasferimento dei saperi, capace di alleggerire e migliorare le attività di ricerca e sperimentazione attraverso una comunione di metodologie di lavoro, di studi e di esperienze.

Per questo motivo ci si rivolge *in primis* a destinatari che svolgono attività di consulenza e di insegnamento e che devono riconoscere la *mission* di trasferimento di innovazione a tutti coloro che sono occupati in attività di costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici.

In questo senso, la presente pubblicazione può rappresentare un supporto di partenza al settore edilizio per il miglioramento delle performance energetiche.

Summary of the modular curriculum and teaching materials

The training curriculum is made up of 13 training modules. The hours length of every training module presented in the following table is an approximation of the real module duration and it is a sort of range between the lowest and the highest hours number required. This underlines that the didactic organization of each training part needs to be very flexible and adaptable.

	Training modules	**Hours**
1	Interactive effects between construction and environment	8
2	Legislation and regulations regarding old and new buildings	6
3	The energy balance of the buildings: habitability and thermic parameters	10
4	Heat insulation in buildings	40
5	Basic knowledge of conductivity in building components	20
6	Insulating materials regarding the thermo technical reconstruction of buildings	30
7	Condensation and humidity in buildings	8
8	The economic feasibility of additional heat insulation	18
9	The use of sustainable resource energies (RES) in construction	12
10	Recycling of construction waste following reconstruction measures	6
11	The market opportunities for an ecological buildings construction (ESCO, legge finanziaria, etc.) .	5
12	Communication	7
	Total	170

Training module 1

Interactive effects between construction and environment

Aims	*Topics of advanced training*
The trainee is to understand the influence of fuel consumption on the environment and comes to know the possibilities users have to influence the energy consumption of buildings as well as the interactions between environmental protection and construction work. Thanks to the presentation and explanation of examples and good practices of bioenergetic and bioclimatic architecture.	1.1 Introduction to climatology and its relationship with construction 1.2 Bioclimatic design and architecture 1.3 Good practices of bioenergetic and bioclimatic architecture

Training module 2

Legislation and regulations regarding old and new buildings

Aims	*Topics of advanced training*
The trainee should get an overview of Italian legislation, standards and regulations of construction and building utilisation regarding energy consumption. The trainee is to know the new and specific national regulations and guidelines regarding energy consumption of buildings	2.1 Italian regulation for the energetic saving 2.2 Order 22 January 2008, n°37

Training module 3

The energy balance of the buildings: habitability and thermic parameters

Aims	*Topics of advanced training*
The trainee will get general knowledge about the present energetic qualifications of a building, how to check the energetic and environmental impact of houses and take measure to improve the buildings energetic sunstainability. The trainee will be able to know and understand the most important and climatic parameters useful to build or reconstruct energy efficient buildings.	3.1 Energetic Certification: a building check-up 3.2 Useful climatic parameters in buildings

Training module 4

Heat insulation in buildings

Materials technologies for the thermo technical reconstruction

Aims	*Topics of advanced training*
Thank to technical schedules the trainee will know the different aspects and properties of many insulation materials used in construction and will be able to make comparisons between them in terms of heat insulation	4.1 Theory Schedule "heat insulation in buildings" And Energetic performances of building panels 4.2 Actions of thermic improvements in construction

capacity and environmental impact. An improvement of the energetic performances of the existent building panels, their insulation efficiency, application fields and law regulations. Thanks to particular examples of applications for the trainee will be possible to understand the theory in a better and more successfully way	4.3 Examples of applications

Training module 5

Basic knowledge of conductivity in building components

Aims	*Topics of advanced training*
The trainee should be able to explain the basic principles of heat transmission and heat admission of building panels. The trainee is to understand the thermal balance and to conduct the calculation of thermal balance of a building. The trainee will have the possibility to check and improve the acquired knowledge with provided exercises and applications	5.1 Heat Transmission 5.2 Applications

Training module 6

Insulating materials regarding the thermo technical reconstruction of buildings

Aims	*Topics of advanced training*
It will be possible for the trainee to improve the specific knowledge on insulating materials from a very technical point of view and to get more detailed information about the favourite insulating materials used in bioenergetic construction	6.1 The Insulating materials 6.2 Insulating materials for the bioenergetic construction

Training module 7

Condensation and humidity in buildings

Aims	*Topics of advanced training*
The trainee is to know the air humidity and building material humidity and identify the respective effects on buildings as well as the thermal pre-conditions of the buildings. The trainee is to know the causes of formation of condensate and recommend measures of prevention or solution for the resulting phenomena	7.1 The condensations phenomena inside the buildings 7.2 The technological solutions

Training module 8

The economic feasibility of additional heat insulation

Aims	*Topics of advanced training*
From a very detailed and scientific way they will been introduced and explained the possibilities of saving money and energy by heat insulation actions. By calculating the trainee should be able to demonstrate certain advantages of a thermo technical reconstruction and a list of good examples and practices will sustain and make understand the theoretical concepts.	9.1 Good Reasons for heat insulation 9.2 Good practices

Training module 9

The use of sustainable resource energies in construction

Aims	*Topics of advanced training*
The trainee will know the many different applications of sustainable resource in construction and the opportunities of energetic and economical saving. In particular it will be proposed an overview of the Italian situation about the theme of energetic efficiency and the use of sustainable resources in construction.	10.1 The energetic saving in construction 10.2 Energetic efficiency and sustainable resources in construction: the Italian situation 10.3 Even more ecological. An example of an eco-friendly house

In the end of the chapter it will be described a model of a most totally eco-friendly house in order to show a complete application of sustainable resource in building constructions.	

Training module 10

Recycling of construction waste following reconstruction measures

Aims	*Topics of advanced training*
The trainee is to know the technical characteristics of insulating materials and their recycling possibilities. The trainee should have knowledge about the recycling of building waste originating from construction work. Description of some examples recyclable materials for buildings reconstruction.	11.1 Recycling of insulating materials used in buildings reconstruction 11.2 – Some examples of eco-friendly materials for buildings reconstruction

Training module 11

The market opportunities for an ecological buildings construction (ESCO, legge finanziaria, etc.)

Aims	*Topics of advanced training*
The trainee should have knowledge about the Italian tax relieves for the energetic saving in buildings reconstruction, the kinds of actions and interventions	12.1 Tax relieves for the energetic saving 12.2Facilitated actions and interventions 12.3 Kind of costs and related allowances 12.4 News about tax relieves in construction according to the financial low

which can obtain fiscal helps and facilitations. All the new bodies and laws that can be an important support in terms of energetic saving in construction (low 2008, Esco…)	2008. 12.5 The Esco

Training module 12

Communication

Aims	*Topics of advanced training*
The trainee will know the most important theory about communication and communications channels and learn the rules of communication inside work teams and in their relationships. The trainee will be able to identify possible barriers in communication and find the right way to solve them with particular attention to his role of teacher. As potential teacher the trainee will get the basic rules and principles of the communication for teaching	13.1 Introduction: definition of communication 13.2 Work teams and relationships 13.3 the barriers in communication 13.4 Communication for teaching

PARTE I

Curriculum Didattico

Il percorso formativo si compone di 13 unità formative; si precisa che la durata espressa in ore per le UF nel prospetto sotto riportato è da ritenersi indicativa, più precisamente una media, concependola in termini di range tra un numero minimo di ore ed uno massimo, a sottolineare il carattere flessibile che occorre comunque riconoscere all'organizzazione pedagogica del singolo segmento di percorso formativo.

UF	TITOLO	DURATA	ALLEGATO (materiale didattico)
1	L' Interazione tra ambiente ed edilizia	8	1.1 Introduzione alla climatologia e al suo rapporto con l'edilizia 1.2 Progettazione e architettura bioclimatica 1.3 Buone prassi di architettura bioenergetica e bioclimatica
2	Il quadro normativo per le costruzioni nuove ed esistenti	6	2.1 Normativa italiana del risparmio energetico 2.2 Decreto 22 gennaio 2008, n°37
3	Il bilancio energetico degli edifici: abitabilità e parametri termici	10	3.1 Introduzione alla procedura di certificazione energetica di un edificio 3.2 Parametri climatici utili nella progettazione
4	L'isolamento termico nell'edilizia. Le tecnologie per il risanamento termotecnico per categorie di elementi costruttivi	40	4.1 Isolante termico in edilizia e prestazioni energetiche dell'involucro 4.2 Interventi di miglioramento termico in edilizia 4.3 Esempi di applicazione

5	Materiali isolanti per il risanamento termotecnico in edilizia	20	5.1 I Materiali Isolanti 5.2 Materiali isolanti per Bioedilizia
6	Fondamenti di conducibilità termica degli elementi costruttivi	30	6.1 Trasmissione del calore 6.2 Applicazioni
7	La formazione di condensa e l'umidità negli edifici	8	7.1 I fenomeni di condensa all'interno delle abitazioni 7.2 Le soluzioni tecnologiche
8	La fattibilità economica dell'isolamento termico aggiuntivo	18	8.1 Perché isolare un ambiente 8.2 Buona prassi
9	L'impiego delle energie da fonti rinnovabili nell'edilizia	12	9.1 Il risparmio energetico nelle costruzioni 9.2 Efficienza energetica e fonti rinnovabili in edilizia:a che punto siamo? 9.3 Sempre più ecologici. Esempio di tecnologie per una casa sempre più ecosostenibile
10	Riciclaggio dei rifiuti generati dalle attività di risanamento	6	10.1 Riciclabilita' di materiali isolanti utilizzati per il risanamento edilizio 10.2 – Esempi di materiali bioecocompatibili utilizzati in risanamento edilizio 10.3 LCA in edilizia
11	Le opportunità offerte dal mercato (ESCO, legge finanziaria, etc.) per una edilizia sostenibile	5	11.1 Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico 11.2 Gli interventi interessati all'agevolazione 11.3 Tipologia di spesa e relativa detrazione 11.4 Novità in materia di agevolazione

			all'edilizia prevista dalla Legge finanziaria 2008 12.5 Le ESCO
12	Comunicazione	7	12.1 Introduzione: definizione di comunicazione 12.2 I gruppi di lavoro e le relazioni 12.3 Le barriere della comunicazione 12.4 Comunicare per formare
	Totale	170	

Descrizione del percorso

UNITA' FORMATIVA 1

L' Interazione tra ambiente ed edilizia

Obiettivi formativi

Comprendere gli effetti sull'ambiente dovuti al consumo di combustibile

Valutare le iniziative e le soluzioni proposte a livello internazionale, tese a ridurre i consumi energetici e quindi tutelare l'ambiente.

Apprendere le modalità con cui l'utente può influire sul consumo di energia negli edifici

Valutare il rapporto tra il processo costruttivo e la tutela ambientale

Contenuti

Stato dell' approvvigionamento di energia e primarie fonti di energia a livello mondiale

Quadro generale sui combustibili e la loro influenza sul clima

Il risparmio energetico negli edifici

La razionalizzazione del consumo di energia in costruzioni vecchie e nuove

Sistemi di tutela per il fabbisogno energetico

Fonti di energia e riserve di energia

Durata

Min 6-Max 10

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali
Discussione e analisi di casi;
Simulazioni di casi
Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;
Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 2

Il quadro normativo per le costruzioni nuove ed esistenti

Obiettivi formativi

Conoscere ed in determinati casi applicare, la situazione legislativa nazionale e locale sulle costruzioni e l'utilizzo degli edifici relativamente al consumo di energia.
Conoscere le Direttive guida della UE sul consumo di energia negli edifici.

Contenuti

Normative sulle strategie nazionali nel settore del risparmio energetico ed aumento dell'efficienza energetica con particolare riferimento all'edilizia
Normative sulla progettazione, approvazione ed esecuzione di opere edili
Normativa riguardante le opere edili di risanamento per l'energia (riabilitazione termotecnica di edifici)
Normativa regionale sulla certificazione energetica degli edifici

Vincoli e soluzioni per l'efficienza energetica negli immobili storici/antichi

Opere di risanamento: obblighi e vantaggi

Organi responsabili per la promozione dell'efficienza energetica

Formazione professionale nel settore energetico

- Professioni esistenti
- Le opportunità formative nel sistema dell'istruzione e della formazione professionale

Durata

Min 4-Max 8

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali

Discussione e analisi di casi;

Simulazioni di casi

Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;

Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 3

Il bilancio energetico degli edifici: abitabilità e parametri termici

Obiettivi formativi

Determinare il comfort termico nelle abitazioni rispetto i parametri climatici della zona

Individuare e caratterizzare i parametri termici richiesti per le abitazioni

Fornire una consulenza in merito alle tipologie di approvvigionamento energetico ed il loro utilizzo efficiente

Identificare le diverse variabili che incidono sul bilancio energetico nel processo costruttivo

Contenuti

Bilancio termico dell'essere umano

Fondamenti di fisica delle costruzioni

Fondamenti di fisica tecnica ambientale

Fondamenti di impiantistica con particolare riguardo agli aspetti di efficienza

Misure in opera

Diagnosi energetica del costruito

Abitabilità e parametri: temperatura dell'aria, temperatura di superficie, tasso di umidità relativa, velocità delle correnti d'aria, rapporto di ricambio aria

Il processo costruttivo: le variabili che incidono sul bilancio energetico

Elementi di progettazione integrata

Integrazione della filiera nel processo costruttivo

Parametri climatici dell'opera edile e clima esterno: orientamento delle costruzioni, irradiazione solare, direzione principale del vento, temperatura dell'aria

Parametri energetici dei materiali

Utilizzo di diversi sistemi di approvvigionamento energetico e il loro significato per il fabbisogno energetico

Sistemi di misurazione e controllo del consumo di energia

Elementi di bioedilizia, bioarchitettura e bioclimatica

Durata

Min 8- Max 11 ore

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali

Discussione e analisi di casi;

Simulazioni di casi

Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;

Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 4

L'isolamento termico nell'edilizia.
Le tecnologie per il risanamento termotecnico per categorie di elementi costruttivi

Obiettivi formativi

Conoscere in maniera approfondita i diversi aspetti dell'isolamento termico legato soprattutto alle abitazioni, con particolare attenzione alle costruzioni ad elevato risparmio energetico sia civili che commerciali.
Conoscere i riferimenti normativi per l'elaborazione e l'esecuzione di lavori di risanamento su opere edili.
Individuare e proporre la migliore soluzione per un risanamento termico secondo il tipo e le condizioni del rivestimento.
Individuare e proporre la migliore soluzione per un risanamento termotecnico a seconda del tipo e delle condizioni
del tetto.
Individuare e proporre la migliore soluzione per un risanamento termotecnico a seconda del tipo e delle condizioni dei solai.
Individuare e proporre la migliore soluzione per il risanamento termotecnico a seconda del tipo e delle condizioni dei serramenti

Contenuti

Abitabilità e tasso di umidità: livelli ottimali
Scambio termico tra essere umano e ambiente
Sviluppo delle misure di isolamento termico a livello europeo
Soluzioni costruttive per rivestimenti esterni
Esigenze e prospettive nel settore dell'isolamento termico
Materiali e tecnologie innovative

- Elementi di architettura
- Fondamenti di termotecnica
- Fondamenti di termodinamica
- Risanamento termotecnico delle pareti: Pareti di pannelli di cemento, Piccoli mattoni in calcestruzzo, Mattoni, Struttura in legno con isolamento, Mattoni in argilla non cotti
- Isolamento interno delle pareti:Possibilità, vantaggi, svantaggi
    - Ulteriore applicazione di uno strato isolante
    - Ulteriore isolamento con premuratura
    - Ulteriore isolamento con intonaco
- Isolamento esterno delle pareti:Possibilità, vantaggi, svantaggi
    - Isolamento protetto da pannelli
    - Isolamento termotecnico totale
    - Predisposizione di un intonaco isolante
    - Predisposizione di una parete doppia con isolamento interno
- Risanamento termotecnico di tetti
- Risanamento termotecnico di tetti con orditura
    - Isolamento sotto il solaio
    - Isolamento sopra il solaio
    - Isolamento sotto la copertura del tetto
- Risanamento di tetti piani
    - Sostituzione di tutto il tetto fino al solaio con inserimento di una struttura migliore e più efficiente
    - Sostituzione dell'isolamento dello strato prottetivo e dello sbarramento
    - Ingrandimento della resistenza alla trasmissione termica attraverso l'applicazione di un nuovo strato isolante, predisposizione di un tetto con orditura, con copertura leggera, isolamento aggiuntivo alla vecchia struttura oppure riscostruzione secondo soluzioni tradizionali con solaio sotto il sottotetto.

- Risanamento termotecnico di solai di cemento e legno
    - risanamento termotecnico di solai sotto sottotetti non riscaldati
    - Risanamento termotecnico di solai sopra locali non riscaldati
    - Risanamento termotecnico di solai sopra il terreno
- Risanamento termotecnico di finestre: possibilità, vantaggi, svantaggi
    - Montaggio di una finestra isolata (tipo thermopan)

Durata

Min 38 ore-Max 42

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali

Discussione e analisi di casi;

Simulazioni di casi

Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;

Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 5

Materiali isolanti per il risanamento termotecnico in edilizia

Obiettivi formativi

Riconoscere le caratteristiche dei materiali di costruzione e distinguere il loro possibile utilizzo in lavori di risanamento per opere edili.

L'allievo dovrà conoscere le normative per l'utilizzo dei materiali nonchè le loro caratteristiche

principali.

Scegliere i migliori materiali di costruzione considerando anche gli aspetti ecologici. Evitare nella progettazione l'utilizzo di materiale di costruzione che contenga sostanze nocive ovvero ridurre il loro utilizzo.

Contenuti

Caratteristiche fisiche dei materiali isolanti (capacità di trasmissione calore, ..)

Sostanze organiche (materiale coesivo in fibra e non, materiali polimeri artificiali, …)

Sostanze inorganiche (cellulosa coesiva,….)

Normativa relativa all'uso di materiale isolante

Soluzioni per gli immobili antichi

Criteri per la selezione di materiali isolanti; Proprietà (resistenza al caldo e freddo, all'umidità, al fuoco, ai parassiti…)

Durata

Min 18 ore-Max 22

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali

Discussione e analisi di casi;

Simulazioni di casi

Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;

Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 6

Fondamenti di conducibilità termica degli elementi costruttivi

Obiettivi formativi

Comprendere ed illustrare la conducibilità termica degli elementi di costruzione.

Classificare un edificio in base alle condizioni climatiche della zona.

Conoscere il bilancio termico ed effettuare il calcolo dell'equilibrio termico di un'opera edile.

Determinare i fattori che possono comportare l'abbassamento del fabbisogno energetico inducendo

quindi un risparmio.

Contenuti

Elementi di scienza dei materiali di costruzione:

- Trasmissione del calore attraverso la conduzione
- Trasmissione del calore attraverso la convezione
- Trasmissione del calore attraverso l'irradiazione

Condizioni di calcolo climatico:

- Suddivisione della zona secondo le condizioni climatiche estive ed invernali
- Temperatura equivalente di progetto

Bilancio termico in abitazioni

- Metodi di calcolo
- Dispersione termica, fabbisogno di calore

Fabbisogno di calore complessivo a ora per un locale riscaldato:

- Dispersione termica attraverso conducibilità termica o ponte termico
- Dispersione termica attraverso cambi d'aria
- Fabbisogno di calore per acqua calda

Fattori che evidenziano il bilancio termico delle costruzioni

Durata

Min 28 ore-Max 32

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali

Discussione e analisi di casi

Simulazioni di casi

Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;

Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 7

La formazione di condensa e l'umidità negli edifici

Obiettivi formativi

Riconoscere e Valutare gli effetti dell'umidità dell'aria e dei materiali di costruzione sulle costruzioni stesse.

Riconoscere le condizioni termiche delle costruzioni

Identificare i motivi della formazione di condensa e proporre misure per evitare il fenomeno

Contenuti

Umidità assoluta

- Umidità assoluta**,** umidità di saturazione, umidità relativa dell'aria, pressione di vapore, punto di rugiada, condensa.
- Umidità di materiali di costruzione**:**Umidità idroscopica, umidità di equilibrio, umidità critica dei materiali di costruzione.

- Migrazione del vapore acqueo**:** Resistenza contro la diffusione del vapore acqueo, resistenza contro il passaggio di vapore acqueo, Condensa su superfici e negli elementi di costruzione.
- Provvedimenti di costruzione contro l'acqua di condensa:
  - Barriera idrofuga
  - Arieggiamento corretto dei locali
  - Temperatura interna corretta
  - Diminuzione di fonti di vapore
  - Intonaco traspirante

Durata

Min 7 ore-Max 10

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali

Discussione e analisi di casi;

Simulazioni di casi

Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;

Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 8

La fattibilità economica dell'isolamento termico aggiuntivo

Obiettivi formativi

Definire e verificare i vantaggi calcolati del risanamento termotecnico

Contenuti

Calcolo del dispendio minore di energia
attraverso ulteriori isolamenti.
Calcolo dei costi per isolamenti ulteriori
Calcolo dell'economicità di un isolamento
ulteriore

Durata

Min 16 ore-Max 20

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali
Discussione e analisi di casi;
Simulazioni di casi
Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;
Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 9

L'impiego delle energie da fonti rinnovabili nell'edilizia

Obiettivi formativi

L'allievo dovrà conoscere l'influenza delle condizioni climatiche del luogo e dell'orientamento delle costruzioni sul loro comportamento termotecnico.
L'allievo dovrà imparare già in fase di progettazione che la giusta scelta della forma geometrica delle
costruzioni, della dimensione e dell'orientamento delle finestre e del tipo di materiale da costruzione
aumenta l'abitabilità.

Contenuti

Integrazione architettonica
Analisi della localizzazione di opere esistenti e in progetto
Considerazione delle condizioni climatiche del luogo
Forma geometrica dell'edificio
Provvedimenti frangivento, effetto del sole e dell'ombra
Orientamento dei locali interni a seconda dei punti cardinali
Isolamento termico del rivestimento esterno di un edificio; esclusione di ponti termici
Superficie delle finestre e loro orientamento per un utilizzo ottimale dell'energia solare e
della luce
Immagazzinamento di calore nei materiali di costruzione
Utilizzo di materiali di costruzione ecologici
Impianti fotovoltaici
Impianti solari termici

Impianti a biomassa

Teleriscaldamento e cogenerazione

Buone prassi: Casa clima; certificazione Sacert della regione Lombardia;

Ecoabita

Durata

Min 10-Max 14

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali

Discussione e analisi di casi;

Simulazioni di casi

Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;

Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 10

Riciclaggio dei rifiuti generati dalle attività di risanamento

Obiettivi formativi

Conoscere le norme legislative per il trasporto ed il deposito di detriti per quanto concerne
l'ambiente.
Conoscere in maniera approfondita limiti, vincoli ed opportunità relativi al riciclaggio di detriti edili.

Contenuti

Scelta dei materiali di costruzione secondo categoria, tipo e possibilità di riutilizzo
Smaltimento di detriti e deposito in discariche
Misure per la tutela ambientale/Misure di prevenzione

Durata

Min 4 ore-Max 8

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali
Discussione e analisi di casi;
Simulazioni di casi
Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;

Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 11

Le opportunità offerte dal mercato (ESCO, legge finanziaria, etc.) per una edilizia sostenibile

Obiettivi formativi

Conoscere il panorama del mercato energetico e le connesse problematiche tecniche ed economiche

Contenuti

Elementi di contrattualistica

Il mercato energetico: ruoli ed opportunità offerte dai nuovi operatori

Le esco (Energy Service Company)

I certificati verdi e i certificati bianchi

Durata

Min 3 ore-Max 7

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali

Discussione e analisi di casi;

Simulazioni di casi

Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;

Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

UNITA' FORMATIVA 12

Comunicazione

Obiettivi formativi

Comunicare con altri nel contesto lavorativo, in situazioni di interazione diretta o mediata da strumenti di diversa natura.

Contenuti

Comunicazione come processo sociale e funzioni della comunicazione;

Stili e ruoli comunicativi e strategie comunicative;

Processi di codifica e decodifica dei messaggi;

Codici e canali di comunicazione;

Diagnosi di contesti comunicativi e interattivi

Strategie comunicative e funzione del feed-back

Comunicazione orale, scritta, telefonica, mediata da strumenti informatici, ecc.

Contenuti e strategie di presentazione di sé

Dare e chiedere informazioni con o senza l'ausilio di strumenti

Sviluppare la creatività

Durata

Min 3 ore-Max 7

Modalità formative

Lezioni in aula con anche supporti audiovisivi e multimediali

Discussione e analisi di casi;

Simulazioni di casi

Esercitazioni pratiche

Modalità di valutazione

Esercitazioni strutturate, esemplificazioni che privilegiano il metodo attivo, momenti di feedback sui risultati delle esercitazioni;

Verifica finale sommativa: prove di simulazione prevalentemente concernenti analisi e studio di casi

PARTE II

Materiale didattico

UF 1 – L'INTERAZIONE TRA AMBIENTE ED EDILIZIA

1.1 INTRODUZIONE ALLA CLIMATOLOGIA E AL SUO RAPPORTO CON L'EDILIZIA (

Climatologia dell'ambiente costruito di Prof. Ing. Giuliano Cammarata Univ. di Catania)

L'evoluzione delle costruzioni edilizie è sempre stata dettata da esigenze di adattamento dell'uomo alle condizioni climatiche esterne: l'edificio, anche nelle sue primitive espressioni, era in primo luogo un riparo sicuro che consentiva di affrontare sia le condizioni climatiche che di superare le situazioni di pericolo (difesa dell'uomo). Il binomio forma–funzionalità ha avuto fin dall'inizio un legame inscindibile, spesso inconsapevole, che ha consentito una evoluzione lenta ma precisa dell'Architettura verso le tipologie attuali segnate anche da un nuovo binomio: struttura-energia che segna una linea di demarcazione netta fra l'Architettura classica e quella moderna.

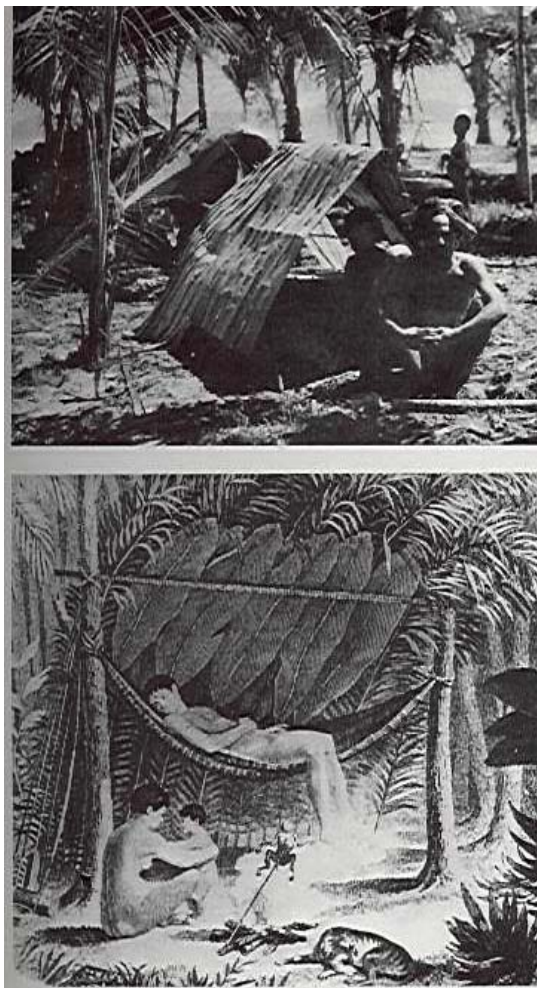


Figura 1: Esempio di architettura primitiva: la capanna.

In figura 1 si ha un esempio di costruzione semplice ma funzionale, la capanna delle zone
tropicali: essa ha il compito di riparare l'uomo dai raggi solare, di fornirgli un giaciglio sicuro e di avere vita sociale all'interno del proprio nucleo familiare.
In figura 2 si ha un esempio di capanna più evoluta della prima e di dimensioni maggiori e tali da consentirne l'uso a nuclei plurifamiliari. Si tratta sempre di architetture primitive che coniugano al
massimo l'esigenza di una funzionalità minima con le capacità costruttive e la disponibilità dei materiali nei villaggi tropicali. In questo caso si ha un ingresso ben delimitato ed una cucina esterna. La capanna è tutta chiusa ed appare evidente un minimo di ingegneria costruttiva (colonnine esterne e copertura a cono) per una costruzione di certo più impegnativa rispetto alla capanna elementare della figura 1.
In ogni caso le costruzioni sin qui viste sono caratterizzate dall'essere leggere1 ed essenziali. Queste costruzioni sono ben lontane dai concetti di benessere e di funzionalità come oggi li intendiamo, sono del tutto prive di soluzioni impiantistiche evolute e consentono solamente una sorta di vita essenziale e/o di sopravvivenza degli occupanti.

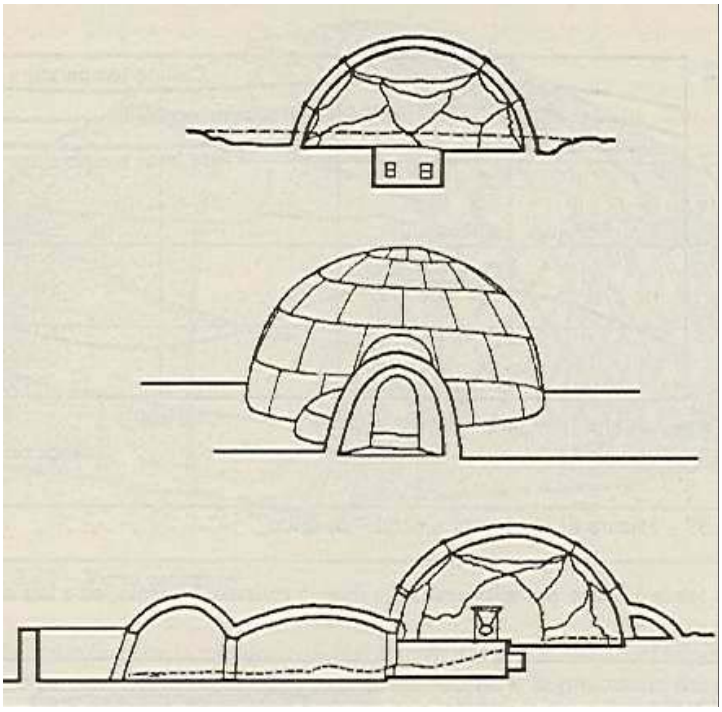
Figura 2: Capanna più evoluta e plurifamiliare.

Figura 3: Esempio di capanna più evoluta rispetto alla figura 1.

Una maggiore evoluzione troviamo nella costruzione della figura 3.

Non si deve pensare che una costruzione primitiva sia priva di interesse scientifico, al contrario essa spesso è di grande interesse perché sintetizza mirabili intuizioni architettoniche e tecnologiche e rappresenta spesso il miglior compromesso fra esigenze architettoniche2 e tecniche costruttive tipico delle costruzioni vernacolari.

Si prenda in considerazione l'igloo eschimese di figura 4.



Esso è un esempio mirabile di sintesi architettonica e tecnologica: la forma sferica è la migliore per ridurre le perdite di calore3 verso l'esterno e i materiali sono gli unici reperibili sul posto, lastre di ghiaccio segato in modo da formare superfici continue, senza soluzioni di continuità apparenti.

La forma architettonica è legata all'evoluzione culturale di un popolo, al suo gusto del bello, alla coscienza di costruire un manufatto espressione della propria civiltà, per cui le soluzioni dei problemi appaiono diversificati e peculiari per ciascun popolo e per ciascuna civiltà.
Se rivolgiamo l'attenzione all'evoluzione storica dell'architettura si può senz'altro affermare che l'esigenza di maggior benessere ambientale4 è cresciuta di pari passo con l'evoluzione sociale dei popoli e con la maggiore disponibilità di tecnologia. In fondo fino all'inizio di questo secolo l'incidenza dell'impiantistica5 sul costo complessivo di un edificio era di qualche percento (non superiore al 5%) del costo delle murature.

Oggi si è avuto un capovolgimento di importanza e l'impiantistica, soprattutto per gli edifici più complessi, raggiunge e supera il 60% del costo dell'edificio. Si parla di edifici intelligenti proprio per indicare quell'insieme complesso di architettura e tecnologia governati da controllori sofisticati e computerizzati. Si pensi alla gestione integrale di un grattacielo, di un moderno complesso ospedaliero,…

In figura 5 si ha un esempio di caseggiato romano nel quale sono ben visibili costruzioni a più livelli organizzate in un tessuto urbano. Apparentemente sembra di vedere un caseggiato di una città moderna: la differenza è tutta nelle condizioni abitative interne e nell'impiantistica prima quasi del tutto assente se si eccettua per la distribuzione dell'acqua e per la raccolta delle acque nere che nelle abitazioni romane erano ben sviluppate.

In figura 6 si ha un esempio di costruzione palazziale a Cnosso: anche qui si hanno più livelli ed è presente un sistema di captazione delle acque piovane e di eliminazione delle acque nere.

Figura 5. Palazzo di Cnosso- Costruzione a più livelli

Figura 6: : Esempio di caseggiato romano

.

Dal confronto con le costruzioni romane della figura precedente appare evidente quell'evoluzione architettonica associata all'evoluzione della civiltà dei popoli prima indicata.

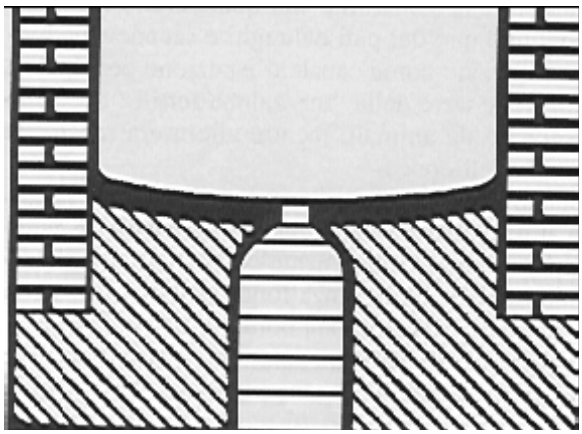


Figura 7: Esempio di bagno babilonese.

L'impiantistica essenziale era presente anche nelle antiche costruzioni babilonesi: in figura 7 si ha un esempio di bagno babilonese progenitore del bagno alla turca utilizzato ancora oggi. Si vede bene un foro centrale di scarico ed un canale verticale che convogliava le acque nere in una cisterna di raccolta. Ben diversa è la situazione con i moderni bagni, come indicato nella figura 8.

L'impiantistica è qui elemento essenziale per la soluzione architettonica del bagno speciale per portatori di handicap.

Figura 8: Un bagno moderno per persone diversamente abili.

Con il passare dei secoli le abitazioni hanno avuto le evoluzioni architettoniche che conosciamo: in figura 9 si ha un esempio di casa araba nella quale sono ben visibili i segni distintivi di questa tipologia costruttiva ma che poco aggiunge alla casa romana. Il gusto e la raffinatezza architettonica sono certamente migliorati rispetto alle costruzioni dei secoli precedenti ma l'incidenza dell' impiantistica è sempre essenziale. La volumetria degli edifici, la disposizione e l'orientamento e materiali costituiscono un esempio mirabile, ancor'oggi, di architettura. L'evoluzione ha portato ad avere oggi edifici sofisticati del tipo di quello indicato in figura 10. Si tratta del Centro Pompidou di Parigi nel quale l'architettura delle forme si coniuga mirabilmente alle funzionalità degli impianti

e con la scelta dei materiali. Del resto non deve meravigliare che l'evoluzione tecnologica abbia portata ad una evoluzione delle forme di questo tipo.

Lo sviluppo della tecnologia, la disponibilità di nuovi materiali e di metodologie costruttive ha portato la fantasia degli architetti ad immaginare strutture ardite nelle quali il binomio forma-funzionalità sono sviluppati al massimo. L'evoluzione dell'architettura ha comunque tenuto conto dell'esigenza primaria del raggiungimento del benessere dell'uomo. Così, ad esempio, l'uso smodato delle superfici vetrate e l'utilizzo delle strutture in calcestruzzo armato con murature leggere ha indotto la necessità di avere impianti di climatizzazione estiva ed invernale6 In pratica l'architettura di questo secolo si è sempre più generalizzata, perdendo le specificità e le tipicità dei luoghi e rendendo le costruzioni sempre più simili a qualunque latitudine e in qualunque condizione.
Così l'abitazione moderna di Oslo, di Roma, di Città del Capo si differenziano solo per l'impiantistica interna che consente di affrontare situazioni climatiche diverse (dal freddo intenso alcaldo intenso) senza apparentemente modificare la forma.

In fondo ora l'Architetto può facilmente subire il fascino dei grandi progettisti emulandoli nella progettazione corrente senza più doversi preoccupare delle condizioni climatiche locali esterne ed interne: ci penseranno gli impianti a rimettere a posto le incongruenze energetiche create dalla dissociazione del più volte citato binomio forma-funzionalità
Oggi i progettisti sembrano più affascinati dal creare una forma architettonicamente bella (come se fosse una scultura) che dal creare un'opera di sintesi di forma e funzionalità. Forse la grande evoluzione delle varie discipline scientifiche ha portato ad un'eccessiva specializzazione dei ruoli con conseguente separazione delle funzioni.

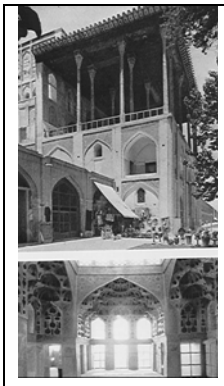


Fig.9 - Es. di costruzione araba

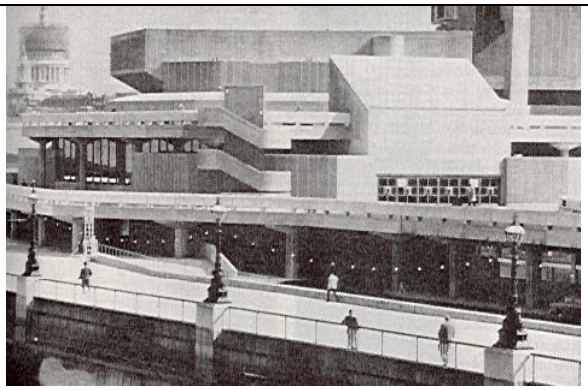


Fig.10 - *Centre Pompidou* (Parigi)

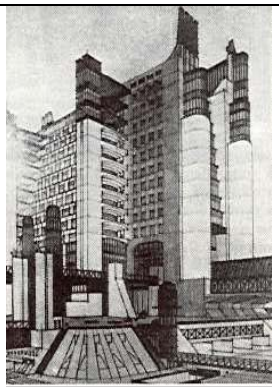


Fig.11 - Città del futuro

Certo la progettazione architettonica di grandi opere è sempre più un'opera di sintesi mirabile e di equilibrio fra componenti diverse che non deve essere sottovalutata dai giovani. Nel prosieguo si vedrà come il problema del controllo del clima interno degli edifici in funzione delle tipologie costruttive e del clima esterno condiziona fortemente una corretta progettazione architettonica e pertanto i concetti basilari della climatologia debbono far parte del patrimonio culturale del moderno architetto. Non va poi trascurata l'importanza che riveste una corretta progettazione nei confronti della gestione energetica dell'edificio. Con il crescere del costo dell'energia e con una grande quantità di leggi e norme tecniche sulla limitazione dei consumi energetici negli edifici, la progettazione energeticamente cosciente è diventata un obbligo inalienabile per tutti i progettisti.

Proprio l'esigenza di raggiungere risparmi energetici sempre più elevati, come le norme richiedono, o le crisi energetiche planetarie degli anni settanta, hanno portato gli studiosi a studiare con maggiore attenzione la possibilità di avere edifici capaci di controllare il microclima interno con scelte costruttive particolari che non richiedono forti apporti energetici esterni. In questi ultimi decenni si è sviluppata l'architettura bioclimatica che, al di là dei risultati quantitativi, ha avuto il grande merito di sensibilizzare l'Architettura moderna al problema della

corretta progettazione energeticamente cosciente (*building conscious design*). Spesso la sola forma architettonica non può soddisfare tutte le esigenze di benessere interno degli edifici e pertanto si ricorre anche ad elementi solari attivi, quali i collettori piani, per fornire all'edificio l'energia termica necessaria per un corretto riscaldamento ambientale: in figura 13 si ha un esempio di architettura solarizzata nella quale sono ben visibili i collettori solari piani sulla faccia a sud.

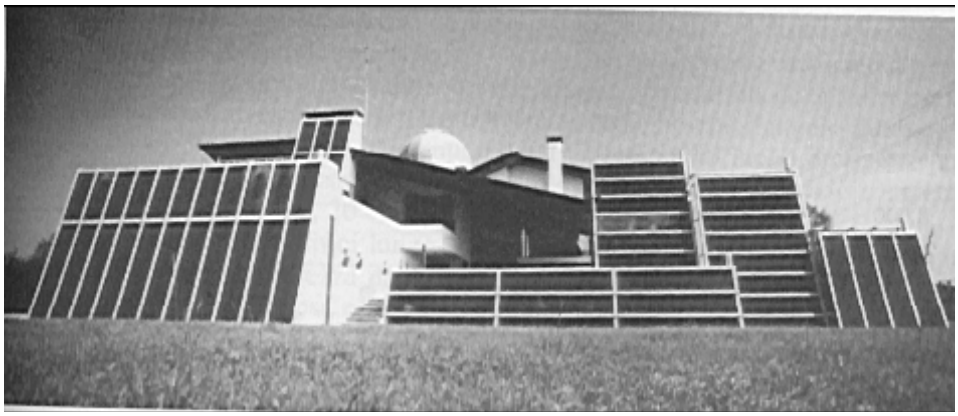


Figura 12: Esempio di casa solarizzata con collettori piani

In figura 13 si ha una foto del laboratorio di climatologia ambientale *Jule Verne* all'interno del quale vengono effettuati studi di simulazione su edifici a scala reale. Ciò dimostra la grande importanza che lo studio della climatologia (esterna ed interna) ha assunto nell'architettura di oggi. Va però osservato che poco possiamo fare per modificare il clima esterno mentre molto è possibile fare per modificare e creare un microclima interno agli ambienti soddisfacente e capace di garantire tutti gli standard qualitativi di vita. Ormai l'architettura non deve solo consentire la sopravvivenza dell'uomo rispetto alle condizioni climatiche esterne ma deve anche assicurare all'uomo il massimo rispetto della propria personalità e dignità garantendo le condizioni di benessere necessarie.

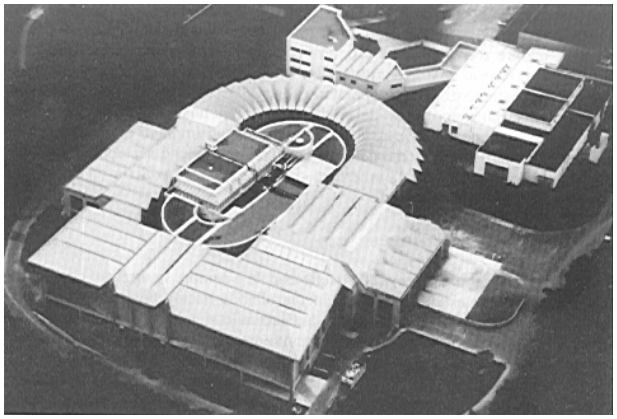


Figura 13: Centro di ricerca di climatologia Jule Verne.

Difficilmente possiamo accettare un'abitazione priva di riscaldamento ambientale o, nei climi più caldi, di condizionamento estivo. Questi impianti non sono più un lusso per benestanti ma una necessità primaria da garantire a tutti i cittadini.

Pertanto l'evoluzione delle coscienze dei popoli verso l'acquisizione di condizioni di vita dignitose e quindi il sorgere di diritti minimi garantiti di qualità della vita ha trasformato l'architettura di questo secolo. Non è più solo la forma ad avere il focus del progettista ma anche la funzionalità globale dell'edificio. Possiamo sintetizzare, parzialmente, l'evoluzione dell'Architettura con il seguente prospetto:

FORMA **Evoluzione della civiltà** **Evoluzione del gusto**	**FUNZIONALITA'** **Evoluzione della tecnologia** **Evoluzione delle esigenze funzionali**

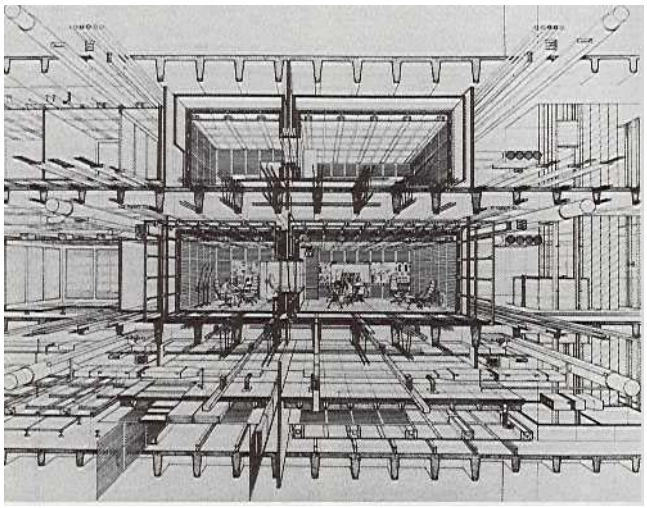
Non si deve pensare ad una evoluzione indipendente della forma e della funzionalità: esiste un'interazione forte fra le evoluzioni e del resto è l'Uomo che cresce e si evolve nella globalità del suo pensiero. Nei riguardi del secondo binomio struttura-energia si può riassumere nel seguente prospetto l'evoluzione di questo ultimo secolo.

STRUTTURA Evoluzione della tecnologia Liberazione dai vincoli formali	ENERGIA Distacco della forma dalle esigenze energetiche Evoluzione delle esigenze sociali per i servizi

Se, come diceva Le Corbousier, l'introduzione del cemento armato ha liberato l'architetto dai vincoli costruttivi (muri portanti, cordoli perimetrali per i solai, …) consentendogli la pianta libera, i solai aggettanti, le pareti finestrate a nastro continuo, …, è anche vero che la libertà di plasmare l'involucro su canoni estetici sempre più liberi ha comportato lo scollamento diffuso e generalizzato fra comportamento termo-fisico dell'edificio e le leggi della termodinamica. Questo scompenso è stato quasi del tutto compensato con l'impiantistica termotecnica chiamata a sanare i guasti termodinamici generati da una progettazione energeticamente non cosciente. Le condizioni interne, qualunque siano quelle esterne, possono oggi essere create ad hoc in conformità a qualunque necessità tecnologica e/o fisiologica, basta solo pagare la bolletta energetica che la suddetta impiantistica comporta.

Inoltre, come si può ben osservare nella figura 14, l'impiantistica influenza fortemente la moderna architettura e deve essere tenuta in considerazione dal progettista fin dal primo momento perché ne condiziona la volumetria, la distribuzione compositiva e il funzionamento complessivo. In alcuni casi la mancanza di sinergie progettuali fra l'edificio e l'impiantistica porta ad una diminuzione drastica delle prestazioni della costruzione e costringe i progettisti a ricorrere a modifiche strutturali (superfetazioni impiantistiche) di discutibile gusto.

Figura 14: Esempio di impiantistica in un moderno edificio.



Ad esempio, se la climatizzazione degli ambienti è effettuata con distruzione di aria (calda e/o fredda) medianti canalizzazioni, allora occorre prevedere fin dall'inizio cavedi tecnologici di dimensioni non trascurabili, locali da assegnare alle apparecchiature impiantistiche (centrali di trattamento aria, centrali termiche, centrali frigorifere) che non possono poi essere trovati come per miracolo se non sacrificando altri locali utili.

In tale contesto la **progettazione e architettura bioclimatica** si propone come nuova ed efficace soluzione.

1.2 PROGETTAZIONE E ARCHITETTURA BIOCLIMATICA

Berti Enrico - Ingegnere - Vicepresidente di Bioarchitettura - Toscana, sezione di Arezzo (Bioclimatica. Principi generali e applicazioni pratiche)

L'**architettura bioclimatica** si basa su un modello abitativo che soddisfa i requisiti di comfort con il controllo passivo del microclima, inteso come una strategia che, minimizzando l'uso di impianti meccanici, massimizza l'efficienza degli scambi tra edificio e ambiente. La regolazione delle condizioni

microclimatiche interne si ottiene controllando attentamente le caratteristiche geometriche, localizzative e tecnologiche della costruzione edilizia.
Il concetto di bioclimatica è legato profondamente alla consapevolezza che il progresso tecnologico possa trovare un limite nella capacità di sopportazione dell'ambiente e nell'esauribilità delle risorse naturali. I principali fenomeni che influiscono negativamente sullo stato dell'ambiente nascono dall'esigenza di disporre di grandi quantità di energia non rinnovabile. In questo senso un ruolo fondamentale è svolto appunto dalla progettazione architettonica bioclimatica e in particolare dall'efficienza energetica dell'ambiente costruito, poiché una grande quantità delle emissioni dei gas inquinanti proviene proprio dagli impianti di climatizzazione e di riscaldamento.

In Italia la legislazione definisce i criteri di risparmio energetico controllando il consumo massimo consentito negli edifici e incentivando l'uso di risorse rinnovabili (vento, sole).
Per ridurre al minimo l'impatto ambientale si devono prima di tutto ridurre i consumi energetici. Uno dei modello che si ritiene possano diventare un punto di riferimento (anche per un significativo risparmio economico) è quello della casa a basso consumo (frutto di una progettazione bioclimatica), ad esempio nelle fasi di progettazione, realizzazione e gestione di un green building.
Architettura che basa la razionalizzazione del suo processo compositivo sulle relazioni che intercorrono fra la forma dei sistemi di fabbricati e/o dispositivi e le energie rinnovabili presenti nello spazio architettonico con la finalità di realizzare il loro massimo sfruttamento.

Principi generali di progettazione bioclimatica

I principi generali che sono alla base di una progettazione bioclimatica sui possono riassumere nei seguenti punti:

- Studio del sito ed analisi del microclima locale;
- Scelta della forma dell'edificio e dell'orientazione prevalente, caratteristiche distributive;
- Studio dell'impatto sole-aria;
- Analisi energetica per i periodi sotto-riscaldati e surriscaldati.

Le informazioni relative a diversi fattori climatici (temperatura dell'aria esterna, umidità relativa, velocità del vento, insolazione), vengono raccolte nelle stazioni meteorologiche; in Italia la raccolta dei dati è gestita prevalentemente dall'Aeronautica militare. La conoscenza delle condizioni climatiche non può però limitarsi ad uno o pochi anni; in generale si assume come tempo di rilevamento quello compreso tra 15 e 20 anni.
I dati da prendere in considerazione possono essere ricavati ricorrendo a diversi metodi tra i quali si ricordano quello relativo all' "anno tipo" e quello relativo al "giorno medio mensile".

In Italia sono state realizzate ricerche per la pubblicazione di dati climatici condotte dal CNR nell'ambito del progetto finalizzato energia (PFE); altri dati sono disponibili alla norma UNI 10349.
La scelta della forma dell'edificio e dell'orientazione prevalente e delle caratteristiche distributive influenza la qualità microclimatica interna dell'edificio. Sotto il profilo energetico la forma ottimale non è definibile in assoluto ma è strettamente dipendente dalla realtà ambientale e climatica del luogo; non può pertanto esistere una risposta architettonica universalmente valida, così come non è possibile definire la forma perfetta di un edificio indipendentemente da dove tale edificio dovrà concretizzarsi. Facciamo riferimento ai condizionamenti esercitati dai soli fattori climatici; è opportuno definire la forma di un edificio

essenzialmente in base alle condizioni di radiazione solare e di temperatura dell'aria che maggiormente incidono sul bilancio termico. Nelle regioni a clima temperato è consigliabile una forma allungata che si sviluppi lungo la direttrice est-ovest con un rapporto tra lato minore e lato maggiore di 1:1,6.

Nei climi temperati e comunque dove le condizioni climatiche sono abbastanza favorevoli, gli edifici ben isolati e con aperture rivolte a sud efficacemente schermate nel periodo estivo, garantiscono una limitazione dei consumi energetici; la presenza di adeguate superfici vetrate o di altri sistemi solari passivi favoriscono l'apporto termico solare durante l'inverno; una buona coibentazione contribuirà a limitare le dispersioni di calore dagli ambienti interni verso l'esterno. Per quanto riguarda il periodo surriscaldato oltre il grado di isolamento delle strutture perimetrali e la schermatura esterna delle finestre esposte all'irraggiamento solare assume importanza la massa termica efficace dell'edificio intesa come massa interna delle strutture che partecipano ai fenomeni di scambio termico. Più la massa efficace è alta e più è alto il valore dello sfasamento del massimo della temperatura interna rispetto al massimo dell'impatto "sole-aria".

Comportamento invernale

Premessa

Riferendosi alla realtà climatica italiana, durante la stagione invernale, soprattutto nelle regioni settentrionali e centrali, la differenza tra la temperatura interna ed esterna può essere rilevante; l'entità del carico energetico per riscaldamento è determinato dalla trasmittanza termica e la sua valutazione risulta abbastanza semplice.

Il comportamento invernale di un edificio può essere verificato abbastanza agevolmente ricorrendo ai programmi attualmente in uso per la legge 10/91.

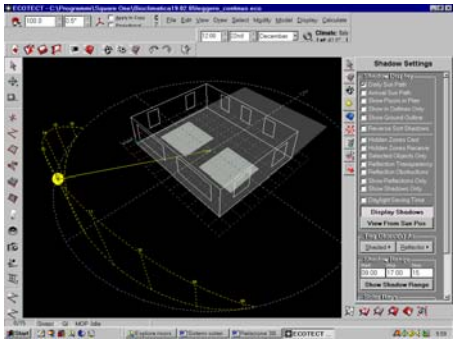


Figura 1. Edificio simulato e suo orientamento

Per evidenziare l'effetto di inerzia ed isolamento delle strutture edilizie sono presentati alcuni esempi. L'edificio è architettonicamente molto semplice: un parallelepipedo di base 10x8m ed altezza 2,7m con finestre su tutte e quattro le pareti (Figura 1). La maggior superficie finestrata è orientata a sud, con due finestre di 5m^2 l'uno. La pianta di Figura 2 mostra le altre dimensioni, il solaio copertura è piano. Le località di riferimento sono Arezzo e Roma, volendo simulare condizioni tipiche dell'Italia centrale. L'impianto è per tutti gli esempi un normale impianto con radiatori a piastre, caldaia murale a metano e regolazione con termostato ON/OFF. Lasciando invariati solaio pavimento e soffitto, nei primi due esempi sono confrontati edifici con murature esterne costituite da pannelli sandwich o da muratura in laterizio con isolante. La trasmittanza delle due è identica, ma il muro in laterizio è decisamente più pesante dell'altro. Si evidenzia così l'effetto sui consumi della massa della muratura (tabella 1
Tabella 1 e tabella 2).

Il terzo esempio, solo per il clima più rigido di Arezzo, riprende le murature ma ne aumenta l'isolamento lasciando sostanzialmente inalterata la massa, il polistirene, infatti, come in genere i materiali isolanti, ha densità trascurabile rispetto ai laterizi. L'effetto sui consumi annuali per riscaldamento si trova in Tabella 3.

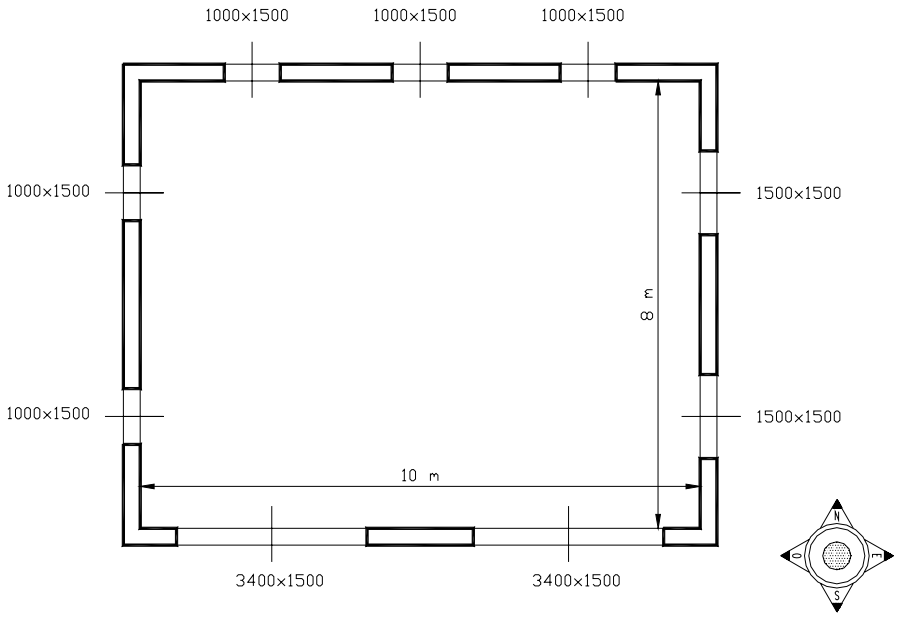


Figura 2. Pianta dell'edificio oggetto degli esempi

I primi due esempi che seguono si riferiscono ad un edificio situato a Roma e ad Arezzo (
Tabella 1 e
Tabella 2) per i quali è stato supposto di utilizzare due diversi tipi di parete aventi pari trasmittanza ma costituite da materiali diversi. La Figura 1 mostra l'edificio simulato con evidenziata la posizione del sole alle ore 12 del 22 dicembre a Roma.

La copertura, il pavimento e le finestre sono costituiti dagli stessi materiali.

Nel terzo esempio (
Tabella 3) valido per la località di Arezzo sono stati aumentatati gli spessori dei materiali isolanti e quindi diminuite le trasmittanze delle strutture perimetrali, compreso solaio pavimento e solaio soffitto.

Tabella 1. Esempio 1: confronto del consumo annuo per riscaldamento di due edifici situati a Roma con due tipologie di muratura perimetrale (Edificio 1 e 2) e due modalità di funzionamento dell'impianto. *Simulazione n programma di calcolo Legge 10/91 (Edilclima EC500*)

Parete perimetrale	**Trasmittanza K [W/m^{2}K]**	**Capacità termica**	**Costante di tempo**	**Funzionamento impianto**	**Energia annua**

			[ore]		[MJ]
Edificio 2: Muratura con isolante esterno 37mm	**0,6**	**Medio - alta**	**55**	**Continuo**	**6.975**
Edificio 1: Pannello sandwich 6cm	**0,6**	**Bassa**	**10**	**Continuo**	**9.376**
Edificio 2: Muratura con isolante esterno 37mm	**0,6**	**Medio - alta**	**55**	**Spegnimento notturno 8 ore**	**6.119**
Edificio 1: Pannello sandwich 6cm	**0,6**	**Bassa**	**10**	**Spegnimento notturno 8 ore**	**7.090**

Tabella 2. Esempio 2: Confronto del consumo annuo per riscaldamento di due edifici situati ad Arezzo con due tipologie di muratura perimetrale (Edificio 1 e 2) e due modalità di funzionamento dell'impianto. *Simulazioni con programma di calcolo Legge 10/91 (Edilclima EC500)*

Parete perimetrale	Trasmittanza K [W/m^{2}K]	Capacità termica	Costante di tempo [ore]	Funzionamento impianto	Energia annua [MJ]
Edificio 2: Muratura con isolante esterno 37mm	**0,6**	**Medio - alta**	**55**	**Continuo**	**15.567**
Edificio 1: Pannello sandwich 6cm	**0,6**	**Bassa**	**10**	**Continuo**	**17.795**
Edificio 2: Muratura con isolante esterno 37mm	**0,6**	**Medio - alta**	**55**	**Spegnimento notturno 8 ore**	**13.880**
Edificio 1: Pannello sandwich 6cm	**0,6**	**Bassa**	**10**	**Spegnimento notturno 8 ore**	**14.346**

Tabella 3. Esempio 3: Confronto del consumo annuo per riscaldamento di due edifici ben isolati situati ad Arezzo con due tipologie di muratura perimetrale (Edificio 3 e 4) e due modalità di funzionamento dell'impianto. *Simulazioni con programma di calcolo Legge 10/91 (Edilclima EC500)*

Parete perimetrale	Trasmittanza K [W/m^{2}K]	Capacità termica	Costante di tempo	Funzionamento impianto	Energia annua

			[ore]		[MJ]
Edificio 4: Muratura con isolante esterno 95mm	**0,32**	**Medio - alta**	**55**	**Continuo**	**8.869**
Edificio 3: Pannello sandwich 12cm	**0,32**	**Bassa**	**10**	**Continuo**	**11.025**
Edificio 4: Muratura con isolante esterno 95mm	**0,32**	**Medio - alta**	**55**	**Spegnimento notturno 8 ore**	**7.733**
Edificio 3: Pannello sandwich 12cm	**0,32**	**Bassa**	**10**	**Spegnimento notturno 8 ore**	**8.457**

Conclusioni

Ai fini del consumo energetico durante il periodo invernale è importante che vengano utilizzate strutture con bassi valori di trasmittanza.

Gli ambienti con guadagni diretti di una certa importanza devono avere una adeguata capacità termica in modo tale che il coefficiente di utilizzo sia elevato.

Se si confrontano i consumi di energia con funzionamento continuo dell'impianto per le località di Roma ed Arezzo si vede che la differenza tra edifici con capacità termica bassa e medio-alta può essere sostanziale in ambedue i casi; ciò è dovuto agli apporti gratuiti che vengono meglio utilizzati; nel caso di spegnimento notturno dell'impianto tale differenza si riduce in special modo per Arezzo. Ciò è dovuto al fatto che a fronte di un miglior utilizzo degli apporti gratuiti per l'edificio con capacità termica superiore , si ha per l'edificio con capacità termica inferiore una maggior diminuzione della temperatura ambiente durante il periodo di spegnimento dell'impianto, ma tempi più rapidi per quanto riguarda il raggiungimento della temperatura ambiente di comfort al momento della riaccensione.

Con funzionamento discontinuo durante i periodi transitori, tra spegnimento dell'impianto, riaccensione e raggiungimento della temperatura di comfort,

consuma meno energia l'edificio o la zona avente costante di tempo inferiore e quindi a più bassa capacità termica.

Tale comportamento è ben evidenziato in Figura 3

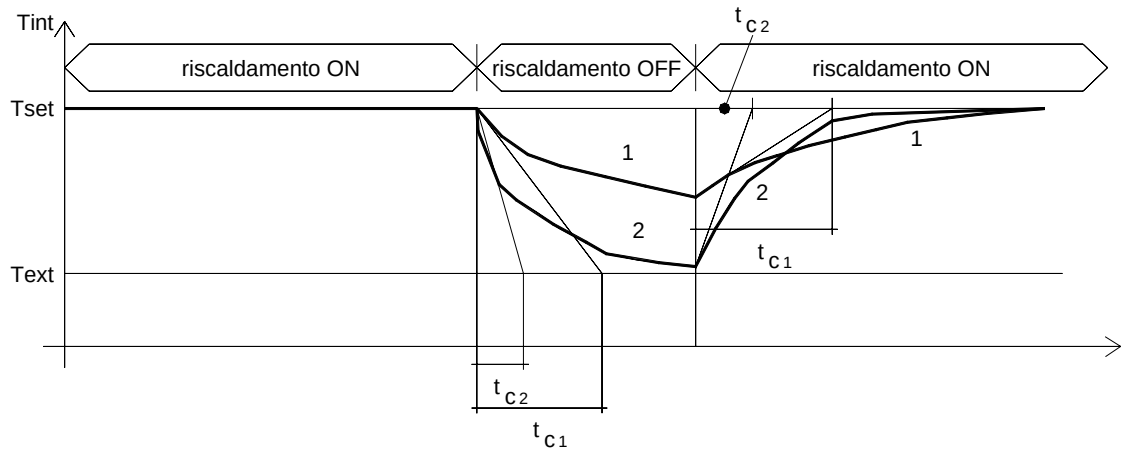


Figura 3. Costante di tempo ed andamento della temperatura interna

In definitiva si può concludere quanto segue :

- se il funzionamento dell'impianto è continuo (ad esempio negli ospedali) a parità di trasmittanza conviene avere una capacità termica elevata perché il consumo energetico è inferiore;
- se il funzionamento dell'impianto è intermittente come di solito avviene nel terziario con 10÷12 ore di funzionamento al giorno a parità di trasmittanza può essere conveniente ai fini del consumo energetico avere una capacità termica bassa. Qualora vi siano però consistenti guadagni solari dovuti alla presenza di ampie superfici finestrate nel lato sud potrebbe verificarsi che in condizioni medie stagionali (mesi di Marzo, Aprile, Ottobre) la temperatura ambiente aumenti al di sopra di quella di confort anche in modo sensibile a meno che non si provveda a schermare esternamente le finestre. Al momento della riaccensione, momento in cui l'impianto eroga la massima potenza, si ha un risparmio dovuto al minor tempo necessario a raggiungere la temperatura di benessere.

- In ogni caso l'energia annuale spesa durante il periodo invernale dipende in modo sostanziale dalle trasmittanze delle superfici di confine dell'involucro edilizio (pareti esterne, finestre, solai soffitto e pavimento);
- Gli apporti solari possono contribuire in modo sostanziale alla riduzione dei consumi energetici.

Comportamento estivo

Premessa

Alla nostre latitudini durante la stagione estiva, il flusso termico scambiato attraverso una parete può essere diretto prevalentemente verso l'ambiente esterno (nel caso la temperatura interna risulti superiore a quella esterna), oppure verso l'interno (in caso di temperatura esterna superiore). La prima situazione si verifica nei climi dell'Italia settentrionale e centrale e pertanto sarebbe conveniente una parete con modesto isolamento in quanto consentirebbe al calore accumulato nella struttura di uscire. Tuttavia in tali regioni l'effetto invernale è più importante e la scelta ricade su di un isolamento consistente; in estate è quanto mai utile sfruttare la ventilazione dei locali per asportare il calore accumulato nelle strutture. La situazione si capovolge nei climi caldi meridionali dove la temperatura esterna è mediamente superiore a quella interna: è auspicabile anche in questo caso l'utilizzo di pareti con un buon isolamento termico. Ecco allora che su valutazioni in base annua è sempre conveniente un adeguato spessore di isolante.

Tuttavia nella stagione estiva la trasmittanza termica da sola non è sufficiente per caratterizzare il comportamento energetico dell'edificio.
Aumentando lo spessore e quindi la resistenza del materiale isolante si verifica uno smorzamento del flusso termico all'interno della parete rispetto a quello esterno, mentre una capacità termica importante smorza il flusso termico e lo ritarda nel tempo.

Per quantificare il comportamento termico di una parete si utilizza il fattore di attenuazione definito come rapporto tra il massimo valore del flusso termico sulla superficie interna della parete e quello che si avrebbe in caso di parete senza accumulo. In pratica il fattore di attenuazione F_a tiene conto sia del grado di isolamento della parete sia della sua capacità termica.

E' quindi necessaria anche l'informazione su F_a, o meglio sulla grandezza operativa ad essa direttamente legata, cioè la massa termica efficace M_a.

La posizione dell'eventuale isolante all'interno della parete assume un ruolo importante sulla massa termica efficace e quindi sulla capacità termica della parete.

A tal fine il progettista trova aiuto nella già citata norma UNI 10344 dove è presentata una procedura semplificata per il calcolo di M_a.

A valori di F_a più bassi corrispondono generalmente ritardi del flusso (sfasamento) più elevati.

Il comportamento estivo è stato simulato tramite il software *Ecotect.* La località è Roma e le simulazioni sono per i quattro casi già esaminati in inverno più altre tre varianti per la muratura pesante: una con laterizio ma isolante interno, una con mattoni pieni ed isolante esterno ed un'altra infine con una muratura a cassetta. La Tabella 4 illustra i consumi stimati per il raffrescamento ed i relativi fattori di attenuazione e sfasamento.

Tabella 4. Confronto del consumo annuo per raffrescamento di edifici situati a Roma. *Simulazioni programma Ecotect.*

Parete perimetrale	Trasmittanza K [W/m^{2}K]	Fattore di attenuazione F_a	Sfasamento [ore]	Funzionamento impianto	Energia annua per raffrescamento [MJ]
Edificio 1: Pannello sandwich 6cm	0,6	0,99	0,0	Continuo	6.995
Edificio 2: Muratura con isolante esterno 37mm	0,6	0,14	9,6	Continuo	5.627

Edificio 5: Muratura con isolante interno 37mm	0,6	0,17	9,6	Continuo	5.771
Edificio 6: Muratura in mattoni pieni con isolante esterno 37mm	0,6	0,03	13,6	Continuo	5.530
Edificio 7: Muratura a cassetta	0,6	0,41	6,2	Continuo	5.809
Edificio 1: Pannello sandwich 6cm	0,6	0,99	0,0	Spegnimento notturno 8 ore	6.372
Edificio 2: Muratura con isolante esterno 37mm	0,6	0,14	9,6	Spegnimento notturno 8 ore	4.842
Edificio 5: Muratura con isolante interno 37mm	0,6	0,17	9,6	Spegnimento notturno 8 ore	5.044
Edificio 6: Muratura in mattoni pieni con isolante esterno 37mm	0,6	0,03	13,6	Spegnimento notturno 8 ore	4.784
Edificio 7: Muratura a cassetta	0,6	0,41	6,2	Spegnimento notturno 8 ore	4.973

Conclusioni

Considerando il funzionamento continuo dell'impianto, come era ragionevole prevedere, ha un consumo maggiore (6.995 MJ) l'edificio con tamponamento esterno in pannelli sandwich (edificio 1). A seguire si trovano:

- L'edificio 7 con muratura esterna a cassetta (5.809 MJ)
- L'edificio 5 con muratura esterna in blocchi di laterizio forato ed isolante interno (5.771 MJ)
- L'edificio 2 con muratura in blocchi di laterizio forato ed isolante esterno (5.627 MJ)
- L'edificio 6 con muratura esterna in mattoni pieni ed isolante esterno (5.530 MJ)

Se non si considera l'edificio 1 comunque le differenze tra i consumi energetici non sono sostanziali passando da 5809 MJ dell'edificio 7 a 5530 MJ dell'edificio 6 con una diminuzione del 4,8% circa. Anche il fattore di attenuazione F_a diminuisce con lo stesso ordine; pertanto sembra che a fattore di attenuazione più bassi corrispondano anche consumi più bassi. Se si considera il funzionamento intermittente l'edificio che consuma di più è ancora quello con tamponamento in pannelli sandwich (5809 MJ). A seguire si trovano:

- Edificio 5 con muratura esterna in blocchi di laterizio forato ed isolante interno (5.044 MJ)
- Edificio 7 con muratura esterna a cassetta (4.973 MJ)
- Edificio 2 con muratura esterna in blocchi di laterizio forato ed isolante esterno (4.842 MJ)
- Edificio 6 con muratura esterna in mattoni pieni ed isolante esterno (4.784 MJ)

Se non si considera l'edificio 1 anche in questo caso la differenza tra i consumi non sono sostanziali passando da 5.044 MJ dell'edificio 5 a 4.784 MJ dell'edificio 6 con una diminuzione del 5,1%.
In questo caso il valore di F_a dell'edificio 5 è minore di quello dell'edificio 7 e pertanto non si può asserire con certezza che alla diminuzione del valore di F_a possa in ogni modo corrispondere una diminuzione dei consumi.
Si noti infine che solo la struttura realizzata con mattoni pieni garantisce uno sfasamento pari a 13,6 ore che è adeguato alle nostre latitudini.

Nelle seguenti tabelle è riportato il dettaglio dei consumi per alcuni esempi svolti nel precedente capitolo. La simbologia utilizzata è:

Q_l perdite di energia

Q_g apporti gratuiti

η_{uti} fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti (UNI 10344)

Q_h fabbisogno energetico utile mensile in funzionamento continuo per riscaldamento ambienti

Q_{hvs} fabbisogno energetico utile mensile in funzionamento non continuo per riscaldamento ambienti

η_{ced} prodotto dei rendimenti di regolazione, distribuzione ed emissione

Q_p risc. energia termica mensile fornita dal sistema di produzione per riscaldamento

Q_p sanit. energia termica mensile fornita dal sistema di produzione per acqua calda sanitaria

Q_p altri energia termica mensile fornita dal sistema di produzione per altri usi

Q_p totale = Q_p risc. + Q_p sanit. + Q_p totale

Tabella 5. Dettaglio dei consumi dell'edificio 2, situato ad Arezzo, con impianto funzionante a regime continuo.

Mese	Giorni	Q_l [MJ]	Q_g [MJ]	η_{uti}	Q_h [MJ]	Fattore interm.	Q_{hvs} [MJ]	η_{ced}	Q_p risc. [MJ]	Q_p sanit. [MJ]	Q_p altri [MJ]	Q_p totale [MJ]
Gen	30.44	7686	3396	98.8	4327	1.00	4327	84.1	5145	0	0	5145
Feb	30.44	7281	3972	97.4	3402	1.00	3402	84.1	4045	0	0	4045
Mar	30.44	5612	4568	89.9	1448	1.00	1448	84.1	1722	0	0	1722
Apr	15.22	2161	2449	75.3	232	1.00	232	84.1	276	0	0	276
Mag	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Giu	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Lug	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Ago	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Set	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Ott	15.22	1674	2126	69.4	132	1.00	132	84.1	157	0	0	157
Nov	30.44	5107	3592	93.5	1727	1.00	1727	84.1	2053	0	0	2053
Dic	30.44	7180	2902	99.2	4299	1.00	4299	84.1	5112	0	0	5112
Annuale					15567		15567		18510			18510

Tabella 6. Dettaglio dei consumi dell'edificio 1, situato ad Arezzo, con impianto funzionante a regime continuo.

Mese	Giorni	Q_l [MJ]	Q_g [MJ]	η_{uti}	Q_h [MJ]	Fattore interm.	Q_{hvs} [MJ]	η_{ced}	Q_p risc. [MJ]	Q_p sanit. [MJ]	Q_p altri [MJ]	Q_p totale [MJ]
Gen	30.44	7716	3399	91.3	4587	1.00	4587	84.1	5454	0	0	5454
Feb	30.44	7309	3975	87.6	3776	1.00	3776	84.1	4490	0	0	4490
Mar	30.44	5634	4573	76.9	1986	1.00	1986	84.1	2361	0	0	2361
Apr	15.22	2170	2451	64.1	475	1.00	475	84.1	565	0	0	565
Mag	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Giu	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Lug	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Ago	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Set	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Ott	15.22	1681	2128	59.6	323	1.00	323	84.1	384	0	0	384
Nov	30.44	5127	3595	81.2	2146	1.00	2146	84.1	2552	0	0	2552
Dic	30.44	7208	2903	92.6	4502	1.00	4502	84.1	5353	0	0	5353
Annuale					17795		17795		21159			21159

Tabella 7. Dettaglio dei consumi dell'edificio 4, situato ad Arezzo, con impianto funzionante a regime continuo.

Mese	Giorni	Q_l [MJ]	Q_g [MJ]	η_{uti}	Q_h [MJ]	Fattore interm.	Q_{hvs} [MJ]	η_{ced}	Q_p risc. [MJ]	Q_p sanit. [MJ]	Q_p altri [MJ]	Q_p totale [MJ]
Gen	30.44	5795	3272	96.8	2622	1.00	2622	84.1	3118	0	0	3118
Feb	30.44	5490	3799	93.6	1919	1.00	1919	84.1	2282	0	0	2282
Mar	30.44	4232	4332	80.8	669	1.00	669	84.1	795	0	0	795
Apr	15.22	1630	2306	63.6	91	1.00	91	84.1	108	0	0	108
Mag	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Giu	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Lug	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Ago	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Set	0.00	0	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0
Ott	15.22	1263	2034	57.1	47	1.00	47	84.1	56	0	0	56
Nov	30.44	3851	3454	86.2	848	1.00	848	84.1	1008	0	0	1008
Dic	30.44	5414	2802	97.7	2673	1.00	2673	84.1	3178	0	0	3178
Annuale					8869		8869		10546			10546

1.3 BUONE PRASSI DI ARCHITETTURA BIOENERGETICA E BIOCLIMATICA (www.agenziacasaclima.it)

Il nuovo municipio di San Lorenzo

CasaClima Oro: È un edificio modello che dona alla piazza un nuovo aspetto e che risulta piú funzionale negli spazi e confortevole per chi vi lavora.
Situazione Urbanistica: Il nuovo municipio di San Lorenzo di Sebato si trova nel centro della località, nella piazza della chiesa. Al contrario dell'immobile originario, il nuovo edificio si spinge di più verso la piazza, chiudendola sul suo fianco nord-occidentale. Ne risultano due ambiti spaziali autonomi e tuttavia comunicanti: la piazza ovale della chiesa a sud e la piazza rettangolare della scuola a nord, che è anche il luogo delle feste. Il nuovo municipio è stato concepito come un grande volume che si estende in direzione est - ovest e che risulta preminente rispetto alle compatte costruzioni dei dintorni. Viene realizzato come una costruzione massiccia con facciata a intonaco, per creare un'affinità con le strutture preesistenti del nucleo urbano.

Con i suoi tre piani, la costruzione riprende lo sviluppo verticale degli edifici vicini. Tra la gronda orientale e quella occidentale, si estende un tetto asimmetrico a doppia falda che, anche se con una nuova interpretazione, si rifà alla forma dei tetti esistenti. La nuova costruzione si collega a ovest ad uno stabile abitativo ancora da realizzare. Verso est l'edificio si allarga, presentando verso la piazza della chiesa un'ampia facciata. La facciata che dà sulla piazza è divisa in due. Il vano al piano terra, seguendo il percorso a livello piazza, conduce all'ingresso coperto, che porta a sua volta agli uffici comunali e alla biblioteca pubblica. La sovrastante costruzione di due piani
entra in relazione con la piazza grazie ad una piegatura. La parte posteriore, perpendicolare alla facciata nord, assume la direzione verso la piazza della scuola, fungendo da elemento di raccordo con essa.

Organizzazione interna e infrastrutture primarie

Municipio: Il municipio dispone di 971,40 m² di superficie utile. Attraverso il foyer con vetrata a tutta altezza rivolta verso la piazza, si raggiunge una scala a rampa unica, illuminata dall'alto, che porta a tutti i tre piani. Alla fine della scala si trova un ascensore adatto ai disabili che collega tutti e quattro i livelli. Immediatamente dietro l'ingresso principale è posto l'ampio foyer, usato principalmente

come area di esposizione archeologica. Nella parte posteriore dell'edificio si trova la grande sala del municipio, che è anche sala multifunzionale. Tutti gli uffici comunali si trovano al primo e secondo piano. Gran parte degli uffici è orientata sul lato nord, per garantire un'illuminazione naturalesenza necessità di sistemi oscuranti. Al secondo piano il sindaco e il segretario comunale assumono, con la segreteria, la posizione di testa verso la piazza della chiesa. Gli spazi sono completati da un blocco servizi per ciascun piano superiore con bagni, locale informatico e archivio. Biblioteca: La biblioteca pubblica si estende su due piani, con una superficie complessiva di 244,30 m². L'ingresso principale si trova a livello della piazza, proprio accanto all'ingresso del municipio. Al piano terra della biblioteca, orientata con l'ingresso verso la piazza e con la facciata principale rivolta verso il cortile della scuola, trovano posto gli ambienti "rumorosi", come la zona bambini e l'emeroteca. Attraverso una scalinata nell'atrio si raggiunge il piano superiore, che si estende principalmente in direzione trasversale rispetto al piano terra, e in cui si trovano le aree silenziose della biblioteca.

Le finestre, che si estendono su due piani sul lato est verso la piazza e sul lato nord, procurano, assieme a due fasce vetrate a sud e a nord, la necessaria illuminazione naturale. Le aperture di grandi dimensioni hanno lo scopo di rendere la biblioteca visibile dall'esterno e di trasmetterne l'importanza in quanto istituzione pubblica di cultura e istruzione.

Costruzione

La forma del nuovo municipio è "massiccia" per richiamare la forma degli edifici circostanti. Le facciate intonacate con grandi aperture, in parte a filo con la facciata, in parte profondamente incassate nei muri, sottolineano l'aspetto materiale dell'edificio e ne determinano l'assetto. Le finestre sono disegnate principalmente secondo una prospettiva funzionale e tagliano il corpo dell'edificio come fasce finestrate, dove è necessario per la disposizione interna. Una fessura nell'ultimo solaio sopra le scale e l'atrio producono una generosa illuminazione delle scale e delle confinanti aree di accesso.

Impiantistica, riscaldamento, aerazione; illuminazione

I seguenti obiettivi concettuali sono alla base delle dotazioni tecniche dell'edificio: costi di esercizio, gestione e manutenzione possibilmente bassi, nel rispetto delle esigenze di un edificio pubblico. Questo significa alta qualità d'uso per visitatori, dipendenti e beni esposti, grazie ad una temperatura ambiente equilibrata e stabile e grazie ad una buona qualità dell'aria negli ambienti. Un ulteriore obiettivo è una tecnologia integrata e discreta per riscaldamento, raffrescamento, aerazione e illuminazione.

La concezione climatica globale ad orientamento ecologico che è stata adottata, dà vita ad un edificio modello. Essenzialmente questi obiettivi vengono raggiunti mediante quattro misure di intervento: 1. aree climatiche dell'edificio differenziate secondo le diverse esigenze, 2. rifornimento energetico primario efficiente, 3. involucro dell'edificio ottimizzato, 4. concezione coordinata degli impianti.

Gradi giorno 3.967 K d/a

Temperatura minima di progetto -17° C

Altitudine 810 m.s.l.m

Zona climatica F

Giorni di riscaldamento 234

Superfi cie netta riscaldata 1396 m²

Volume netto riscaldato 4187 m³

Rapporto A/V 0,36 1/m

Fabbisogno energetico riferito a St. Lorenzo 8 kWh/ m²a

Fabbisogno energetico riferito a Bolzano 4 kWh/m²a

Perdite di calore per trasmissione QT 49.550 kWh/a

Perdite di calore per ventilazione QV 21.065 kWh/a

Guadagni termici per carichi interni QI 35.272 kWh/a

Guadagni termici solari QS 29.620 kWh/a

Tipo di costruzione Struttura in muratura massiccia

Parete esterna U= 0,12 W/m²k

Finestre Triplovetro (Krypton) g=53%

U = 0,85 W/m²k

Sindaco Helmuth Gräber con il presidente della Giunta

Municipio di San Lorenzo di Sebato

Inizio e termine della progettazione Concorso: gennaio 2004

Progettazione definitiva: febbraio 2005

Progettazione esecutiva: 2005

Inizio lavori settembre 2005

Fine dei lavori: luglio 2007

Superfi cie edificata 559 m²

Cubatura fuori terra 6.312,71 m³

sotto terra 2.347,63 m³

totale 8.660,34 m³

Costi di costruzione 357,00 €/m³

CasaClima Oro 5,5 kWh/m²a

Riferito all'ubicazione 10 kWh/m²a

Committente Comune di San Lorenzo di Sebato

Progettazione + direzione lavori Arch. Kurt Egger, Brunico
Arch. Armin Pedevilla, Brunico
Responsabile di progetto Ing. Julius Mühlögger, Hbpm Bressanone
Calcoli statici Ing. Richard Neumair, Team 4 Brunico
Progettazione impianto elettrico Gius Paul, Elektrostudio, Brunico
Riscaldamento, aerazione, sanitari Per. Ind. Davide Parisi, Bressanone

Casa clima Modena Abitcoop

Il modello di certificazione energetica sviluppato dall'Agenzia CasaClima di Bolzano è in continua espansione non solo sul territorio provinciale, ma anche su quello nazionale. Uno degli esempi più significativi e recenti in tal senso è rappresentato dal conferimento, avvenuto pochi mesi fa - per la precisione il primo dicembre 2007 - della certificazione energetica, con relativa targa, di CasaClima Classe B, ad un edificio realizzato nella città di Modena dalla cooperativa AbitCoop. L'edificio, costruito in "area libera" (l'indirizzo è quello di via Benassi), sarà consegnato ai soci di AbitCoop – cooperativa che conta oltre 17 mila soci – nella primavera del 2008. Ed è con orgoglio che Abitcoop ha ricevuto la certificazione e la relativa targa che testimoniano come la cooperativa sia la prima della regione Emilia-Romagna ad aver realizzato un fabbricato residenziale CasaClima. Saranno circa 40 le famiglie che vi andranno ad abitare.

Sottolineiamo che il risparmio ottenibile in termini energetici è pari a 560 Euro, supera dunque del 50% i parametri di un appartamento costruito anche solo 10 o 15 anni fa. Detto valore sarà comunque condizionato all'uso dell'appartamento, sia per quanto attiene la temperatura interna da mantenere,sia il corretto uso delle finestre che il consumo di acqua calda e il prezzo del gas metano. Il progetto che ha interessato l'Abitcoop di Modena è decollato nel 2005, a seguito di riflessioni che hanno portato la cooperativa alla scelta di privilegiare, relativamente agli alloggi che avrebbe voluto realizzare, un

criterio in grado di migliorare i consumi energetici garantendo un buon comfort abitativo. Da qui una serie di verifiche che hanno portato l'Abitcoop ad optare per l'esperienza in corso da tempo nella provincia di Bolzano.

In corso di progettazione altri cinque interventi per oltre 200 nuovi alloggi

Visto il positivo concludersi dell'iter, Abitcoop ha pensato bene di consolidare il suo rapporto con l'Agenzia CasaClima. Attualmente la cooperativa ha in corso altri interventi progettati con i criteri Casa- Clima: a Modena, a Carpi, a Montale Rangone e a Fossoli di Carpi, per un totale di 144 alloggi.

Altri due interventi, uno a Nonantola e un altro ancora a Modena sono in fase di decollo, e porteranno alla realizzazione di ulteriori 40 alloggi. È altresì programmata una terza serie di interventi su abitazioni che porterà la collaborazione tra la cooperativa modenese e l'Agenzia di Bolzano ad oltrepassare la soglia inizialmente prefissa, fissata in 200 alloggi CasaClima.

Fabbricato di 40 alloggi in via Benassi – Modena CasaClima Classe B

Caratteristiche impianti termici:

• Caldaie singole a "condensazione" con boiler incorporato da 50 litri.

• Riscaldamento eseguito con tubazioni annegate nel pavimento con acqua calda a bassa temperatura.

• Ventilazione naturale.

• L'efficienza in Euro

A seguito della certificazione ottenuta che si basa sulla valutazione standardizzata dei parametrici termici dei materiali usati, dei dati climatici e della realizzazione dei pacchetti in opera, ci si può aspettare un forte risparmio del consumo di gas per riscaldamento in questo edificio. Volendo fare un confronto con un appartamento in un edificio moderno (10-15 anni fa) di pari

dimensione, per esempio di 80 mq di superficie utile, si può stimare i seguenti risparmi:

Il risparmio ottenibile è pari a 560 €, superiore al 50% di un appartamento di soli 10-15 anni fa.

Questo valore sarà comunque condizionato dall'uso dell'appartamento per quanto attiene al valore di temperatura interna mantenuta, al corretto uso delle finestre, al consumo di acqua calda e naturalmente al prezzo del gas metano. Questo edificio, costruito in "area libera", sarà consegnato ai soci di Abitcoop nella primavera 2008.

Caratteristiche tecniche: Il fabbricato presenta i seguenti pacchetti coibenti:

- • muro esterno composto da un termo laterizio da cm 35 di spessore ed un "cappotto" in polistirene da cm 6. Il "cappotto" copre anche pilastri e travi in c.a. eliminando i ponti termici. Con gli intonaci si raggiunge uno spessore complessivo di cm 45.
- • Solaio di piano terra in laterocemento avente uno strato isolante di cm 4 sottopavimento ed un "cappotto" esterno di spessore cm 6 ed in alcune zone di cm 20.
- • Solaio di copertura in struttura di legno lamellare con strato di finitura interna in tavolato, strato isolante formato da 5 strati di fibra di legno da cm 2 per complessivi cm 10, camera d'aria ventilante e manto in Coverib antirumore.
- • Terrazze realizzate con strato coibente in vetro cellulare dello spessore di cm 6 sormontate da solette aereate e pavimento galleggiante.
- • Serramenti in legno di sezione maggiorata adoppia guarnizione avente vetrate a camera con strato "basso emissivo" e riempimento ad aria o ad argon a seconda delle zone. Vetrate in alluminio a "taglio termico".

- • Murature di separazione con i vani scala con strato coibente di cm 4.
- • Vari particolari locali atti alla riduzione dei ponti termici (balconi, solette, cantine, ecc.)

Caratteristiche impianti termici:

- • Caldaie singole a "condensazione" con boiler incorporato da 50 litri.
- • Riscaldamento eseguito con tubazioni annegate nel pavimento con acqua calda a bassa temperatura.
- • Ventilazione naturale.
- • L'efficienza in Euro. A seguito della certificazione ottenuta che si basa sulla valutazione standardizzata dei parametrici termici dei materiali usati, dei dati climatici e della realizzazione dei pacchetti in opera, ci si può aspettare un forte risparmio del consumo di gas per riscaldamento in questo edificio. Volendo fare un confronto con un appartamento in un edificio moderno (10-15 anni fa) di pari dimensione, per esempio di 80 mq di superficie utile, si può stimare i seguenti risparmi:

Il risparmio ottenibile è pari a 560 €, superiore al 50% di un appartamento di soli 10-15 anni fa.

Questo valore sarà comunque condizionato dall'uso dell'appartamento per quanto attiene al valore di temperatura interna mantenuta, al corretto uso delle finestre, al consumo di acqua calda e naturalmente al prezzo del gas metano. Questo edificio, costruito in "area libera", sarà consegnato ai soci di Abitcoop nella primavera 2008.

Un polo portante dell'economia locale

Bolzano, città a vocazione commerciale per eccellenza, dispone da alcuni mesi di un edificio che rappresenta e incarna nel modo più degno questa vocazione.

Se nel 1635 la sede dell'antico Magistrato Mercantile, il Palazzo Mercantile, sorgeva nel cuore del centro storico, anche la sede della Camera di Commercio inaugurata il 26 settembre 2007, è ubicata nella parte antica della città, nell'area tra via Alto Adige e Piazza Verdi. E il palazzo, per la cui realizzazione si era resa disponibile una cubatura di quasi 100 mila metri cubi, è stato realizzato dall'architetto Wolfgang Simmerle, seguendo le indicazioni della committenza, nell'ottica cioè di coniugare funzionalità e
rappresentatività. Il che signifi ca che la nuova Camera di Commercio di Bolzano rappresenta sia in termini di risparmio energetico, sia di uso razionale e di impiego di fonti energetiche rinnovabili, un'unità che si può ritenere a tutti gli effetti omogenea ed ecocompatibile.
Il nuovo polo portante dell'economia locale è dunque un'opera in grado di soddisfare le più elevate richieste di comfort ambientale garantendo al contempo un utilizzo razionale delle risorse disponibili.

Un edificio CasaClima di Classe A+

Oltre che per le sue peculiarità architettoniche, l'edificio si caratterizza per la grande efficienza energetica, con un fabbisogno inferiore a 30kWh/ m2a, calcolato secondo i criteri CasaClima. E l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, dal geotermico al fotovoltaico, ha consentito al manufatto di ottenere dall'Agenzia CasaClima la certificazione di Classe A+. Un riconoscimento non scontato considerate le dimensioni dell'edificio e la sua destinazione ad uffici, una situazione in cui devono venir garantite agli occupanti condizioni climatiche ottimali lungo tutto l'arco dell'anno e per una consistente parte della giornata. Di solito realtà di questo genere hanno bisogno per mantenere quanto più possibili costanti temperatura, umidità e qualità dell'aria di un elevato impiego – che si traduce in dispendio – di energia. Ma la nuova Camera di Commercio realizzata secondo i criteri CasaClima è riuscita a bypassare gli ostacoli e a dimostrarsi all'altezza degli obiettivi che la progettazione si era prefissa di raggiungere.

Il risparmio energetico quale obiettivo primario

Vediamo ora di esemplificare meglio il tutto partendo dal concetto del risparmio energetico, logica portante di un'operazione destinata oltre che a fornire le più ampie garanzie di fruizione intelligente del manufatto, anche a costituire un modello da esportare secondo i criteri elaborati dall'Agenzia Casaclima. Un edificio come la Camera di Commercio, che rappresenta per la città a vocazione mercantile di Bolzano, sia dal punto di vista della visibilità che da quello della rappresentatività, una sorta di "blasone" dell'innovazione architettonica, doveva per forza di cose garantire funzionalità e fruibilità ai massimi livelli, e questo sia in estate che in inverno. Per assicurare un clima ottimale, temperature stabili e un basso livello di umidità in ambedue le stagioni occorrono peraltro notevoli quantità di energia. Il progetto di impiego energetico relativo a questo edificio ha dovuto dunque coniugare le priorità fin qui elencate con l'esigenza di ridurre

il più possibile il consumo di energia, utilizzando invece in maniera intensiva le fonti di energia rinnovabile.

Riscaldamento e raffreddamento costanti ma a basso dispendio energetico

Ma come è stato possibile raggiungere questo risultato? Il carico di base del consumo energetico viene coperto sia in fase di riscaldamento che di raffrescamento da un impianto geotermico che scambia calore con il terreno circostante attraverso i micropali inseriti nello scavo, per riscaldare gli ambienti durante il periodo invernale e rinfrescarli durante il periodo estivo con un impianto a bassa temperatura a controsoffitto radiante di tipo metallico. In fase di riscaldamento viene utilizzata una pompa di calore reversibile, in fase di raffreddamento (cooling) si può lavorare in parte in "raffrescamento libero - libero – free coling" e per il resto utilizzando una pompa di calore reversibile. Il coefficiente di effetto utile della pompa di calore che smaltisce il calore nel terreno fresco è in questa fase nettamente maggiore del COP di una macchina frigorifera raffrescata ad aria esterna. Quanto al carico di punta del riscaldamento, è coperto da una caldaia a condensazione alimentata a gas metano, che lavora sempre ad un livello di efficienza elevato dato dalle basse temperature di sistema. Il carico di punta in fase di raffrescamento estivo viene coperto da chiller raffreddati ad aria; l'utilizzo di più macchine di piccola taglia permette di ottimizzare la parzializzazione del carico. Un involucro innovativo protegge il manufatto dal

freddo e dal caldo. Passando poi allo specifico della costruzione, sottolineiamo come in primis già l'involucro dell'edificio è stato concepito in modo da conciliare l'aspetto rappresentativo e omogeneo con un efficiente bilancio di flussi energetici. Tutto l'involucro presenta infatti buone proprietà di coibentazione termica. Tutte le parti trasparenti della facciata viene mantenuto una trasmittenza media di $U_w \leq 1{,}3$ W/m²K. Le porzioni opache della facciata in corrispondenza dei parapetti raggiungono una trasmittenza di $U \leq 0{,}30$

W/m²K. La facciata vetrata nelle zone uffi cio presenta un fattore solare relativamente alto di ca. g= 0,45 che si combina con
un ombreggiamento meccanico all'esterno della vetrocamera isolante. Esternamente l'ombreggiamento è coperto da una ulteriore lastra di vetro. Questa facciata permette di massimizzare d'inverno gli apporti solari passivi con ombreggiamenti aperti e di contenere al massimo i carichi solari d'estate con ombreggiamenti chiusi, evitando il surriscaldamento estivo. Le componenti opache della facciata sono munite di isolamento a cappotto. Entrando ancora di più nello specifico del sistema di riscaldamento-raffrescamento, va detto che esso viene garantito in tutti gli uffici, sale per seminari e riunioni nonché relativamente a tutti i
posti di lavoro mediante i già citati controsoffitti radianti metallici. Il riscaldamento e il raffrescamento hanno il grande vantaggio di non causare moti d'aria e di evitare quindi i problemi tipici degli impianti di climatizzazione tradizionali. Riscaldamento e raffrescamento radiante generano un clima ambientale di elevatissimo comfort e permettono di riscaldare con acqua a bassa temperatura di raffreddare con acqua poco fredda. Gli ambienti vengono riscaldati e raffrescati in modo uniforme, senza stratificazione dell'aria più calda in vicinanza del soffitto durante l'inverno e senza disturbi da "spiffero freddo" durante l'estate. Il gradiente verticale della temperatura è molto modesto anche per ambienti molto alti. Inoltre le basse temperature di acqua del sistema permettono di produrre in maniera molto efficiente il caldo ed il freddo necessari. Gli atri e le zone di comunicazione vengono riscaldati e raffrescati attraverso pannelli radianti a pavimento.

Impianti sofisticatissimi per un edificio "altro" rispetto alla tradizione

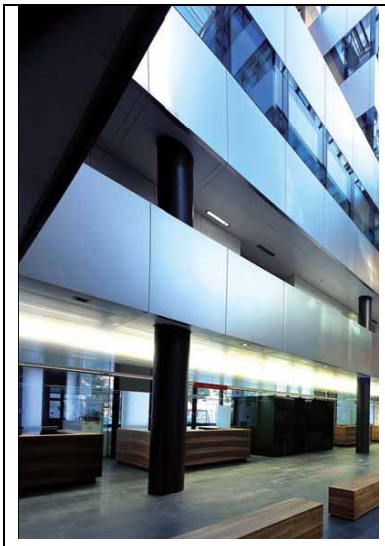
Tutte le zone di lavoro e di soggiorno vengono ventilate meccanicamente. Le macchine di ventilazione per le zone utilizzate ad orario continuato presentano elevatissime efficienze di recupero termico (superano il 90%). La ventilazione meccanica garantisce l'alimentazione con aria fresca ricca di ossigeno e

permette di controllare il valore di umidità relativa mediante umidificazione nel periodo invernale e deumidificazione in quello estivo. In questo modo vengono mantenute sempre condizioni idro-termiche ottimali.
Dai dettagli che abbiamo evidenziato emerge ancora più chiaramente come l'edificio necessiti di un consumo energetico decisamente più basso rispetto ad un "tradizionale" edificio per il terziario. Il sofisticatissimo impianto di produzione e distribuzione dell'energia per il riscaldamento e il raffrescamento, paragonato ad un sistema tradizionale, offre un ulteriore risparmio di energia primaria, che si colloca solo di poco sotto il livello del 20%, con una riduzione dei costi pari al 14% circa in termini di approvvigionamento energetico. È stata altresì stimata una riduzione delle emissioni di CO2 pari a circa 38 tonnellate..

Estetica e funzionalità ai massimi livelli per l'innovativo "portale sud" del centro storico

Le esigenze architettonico-estetico-funzionali che il progettista (scelto sulla base di una gara europea a procedura aperta) si è trovato a dover compenetrare in un contesto che di fatto costituisce il principale accesso al centro storico da sud erano da un lato quella di armonizzare tra loro le aree urbane preesistenti, dall'altro quella di creare le premesse per un collegamento tra il cuore della città e il Parco dei Cappuccini, e ancora, di realizzare una sorta di "spazio-ponte" tra il nuovo manufatto e la parte posteriore del Nuovo Teatro Comunale. Il tutto evitando di creare un (altro) casermone di cemento, privilegiando invece – data anche l'ubicazione angolare della struttura – il concetto di una cubatura "leggera", piacevole alla vista e al contempo estremamente funzionale. Si è dunque proceduto sviluppando in modo originale il concetto della tridimensionalità. Una tridimensionalità costantemente perseguita, che ha dato vita al suo interno ad ambienti con identità distinte. I due piani dell'edificio (e il piano terreno "permeabile", rialzato rispetto al livello stradale, che forma un collegamento orizzontale tra gli ambienti della corte interna e trae al contempo profitto dall'incidenza della luce) sono dunque risolti in spazi versatili; le sale per

conferenze, gli uffici, le biblioteche, i giardini d'inverno assumono la forma di affascinanti corpi vitrei. Ma questa nuova Camera di Commercio tanto semplice al tempo stesso complessa nel suo aprirsi e chiudersi di spazi nella già citata prospettiva tridimensionale vanta anche un valore aggiunto: una facciata in vetro che sovrappone gli uni agli altri spazi interni ed esterni, evidenziando e mettendo in risalto la natura pubblica dell'edificio.



UF2 - IL QUADRO NORMATIVO PER LE COSTRUZIONI NUOVE ED ESISTENTI

2.1 NORMATIVA ITALIANA DEL RISPARMIO ENERGETICO

Il D.Lgs. 192/2005, che ha recepito in Italia la direttiva europea 2002/91/CE, aveva stabilito una serie di misure dirette a ridurre il consumo di energia di tutti gli edifici presenti sul territorio italiano, introducendo la Certificazione energetica degli edifici.

Successivamente due disposti legislativi hanno innovato di recente il regime giuridico relativo alla riqualificazione energetica degli edifici:

1) il D.Lgs. 311/2006 (Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. 192/2005) modifica la disciplina della certificazione energetica e la metodologia di calcolo per il rendimento energetico degli edifici;

2) il D.M. 19 febbraio 2007 (Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente) prevede detrazioni d'imposta per spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, considerando la detrazione del 55% per le spese documentate sostenute entro il 31 dicembre 2007 relative ad interventi di ri-qualificazione energetica degli edifici ed individua le tipologie di spese ammesse e la procedura da seguire per fruire dei benefici fiscali.

La novità di maggior rilievo è costituita dal fatto che il D.Lgs. 311/2006 estende l'ambito di applicazione della certificazione energetica a tutti gli edifici nuovi e preesistenti. Pertanto nella modalità attuale l'obbligo dell'Attestato di

Certificazione Energetica (art. 6 e art. 11 comma 2) si applica:

- - DAL 2 FEBBRAIO 2007: a tutti gli edifici di nuova costruzione; a tutti gli edifici esistenti oggetto di ristrutturazioni integrali degli elementi edilizi costituenti l'involucro dell'edificio di superficie utile superiore a 1000 mq;
- - DAL 1 LUGLIO 2007 : a tutti gli edifici di superficie utile superiore a 1000 mq nel trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile;
- - DAL 1 LUGLIO 2008: a tutti gli edifici di superficie utile fino a 1000 mq nel trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile;
- - DAL 1 LUGLIO 2009: a tutte le unità immobiliari nel trasferimento a titolo oneroso della singola unità immobiliare.

A decorrere dal 1 luglio 2007 tutti i contratti, nuovi o rinnovati, relativi alla gestione degli impianti termici o di climatizzazione degli edifici pubblici o nei quali figura come committente un soggetto pubblico, devono prevedere la predisposizione dell'Attestato di Certificazione Energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare interessati entro i primi 6 mesi di vigenza del contratto.

Nell'attesa della emanazione delle linee guida nazionali (attraverso i Decreti Attuativi) gli Attestati di Certificazione Energetica sono sostituiti a tutti gli effetti dagli Attestati di Qualificazione Energetica (di durata 1 anno). Fino all'entrata in vigore dei Decreti Attuativi il calcolo della prestazione energetica degli edifici nella climatizzazione invernale e in particolare, del fabbisogno annuo di energia primaria, è disciplinato dalla Legge 9 gennaio 1991 n. 10 come modificata dal D.Lgs. 192/05, dalle norme attuative e dalle disposizioni dell'Allegato I al 311/06.

A decorrere dal 1 gennaio 2007 condizione necessaria per accedere agli incentivi, alle agevolazioni ed agli sgravi fiscali di qualsiasi natura finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edifico, dell'unità immobiliare o degli impianti interessati è il possesso dell'Attestato di Certificazione Energetica dell'edificio o della singola unità immobiliare oggetto dei lavori di riqualificazione energetica.

Le detrazioni di imposta previste dal D.M. 19 febbraio 2007 per lavori sugli edifici per il risparmio energetico

Le detrazioni sono quelle previste dai commi 344, 345, 346 e 347 della Finanziaria 2007 ovvero:

a) comma 344 "interventi che conseguono in indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale inferiore di almeno il 20% rispetto ai valori di cui alle tabelle dell'allegato C";

b) comma 345 "interventi su edifici esistenti, o parti di essi, riguardanti strutture opache verticali, finestre comprensive di infissi, delimitanti il volume riscaldato, verso l'esterno e verso vani non riscaldati che rispettano i requisiti di trasmittanza termica U di cui alla tabella dell'allegato D";

c) comma 346 "installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda in strutture pubbliche (piscine, impianti sportivi, case di ricovero e cura, istituti scolastici e università)";

d) comma 347 "interventi impiantistici di sostituzione (anche parziale) di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione e contestuale messa a punto della rete di distribuzione, sui sistemi di trattamento dell'acqua, sui dispositivi di controllo e regolazione nonché sui sistemi di emissione";

e) prestazioni professionali necessarie alla realizzazione degli interventi di cui ai precedenti punti comprensive della redazione dell'attestato di certificazione energetica ovvero di qualificazione energetica.

Le detrazioni d'imposta previste dalla finanziaria 2008 per lavori sugli edifici per il risparmio energetico ed il D.M. 7 aprile 2008 (1)

Il testo della finanziaria 2008 (Legge 24 dicembre 2007 n. 244) mantiene l'impostazione prevista dalla Finanziaria 2007 completando il panorama degli interventi incentivati (ammessi anche interventi su coperture e pavimenti e

istallazione di caldaie anche non a condensazione) e prorogando fino al 2010 le detrazioni fiscali del 55%.

- Incentivo: 55 % delle spese sostenute entro il 31/12/2010
- Modalità: l'incentivo è previsto come detrazione fiscale sull'IRPEF ripartita a scelta in un numero di quote annuali di pari entità non inferiore a 3 e non superiore a 10
- Interventi incentivati: -riduzione di EP (Prestazione Energetica) rispetto a limiti (non ancora emanati); - interventi su edificio o parti di esso, di strutture opache o finestrate, rispettando limiti sulle trasmittanze (non ancora emanati); - installazione di pannelli solari per l'acqua calda sanitaria; - sostituzione intera o parziale di impianti di climatizzazione invernale con nuovi impianti anche non a condensazione (in questo caso il limite temporale per sostenere la spesa è fissato al 31 dicembre 2009).
- Regole: Le regole con i nuovi limiti validi fino al 2010 sono quelle riportate nel Decreto del Ministro dello sviluppo economico e dell'economia e Finanza del 7 aprile 2008 (1). Per fruire delle agevolazioni non sarà necessario predisporre l'Attestato di Qualificazione Energetica (o di certificazione ove previsto) nei casi di sostituzione di infissi in singole unità immobiliari e per l'installazione di pannelli solari per l'acqua calda sanitaria. Per tutti gli altri casi è necessario l'Attestato di Certificazione Energetica per accedere agli incentivi ed alle agevolazioni di qualsiasi natura fiscale correlati in qualsiasi modo all'intervento sull'edificio, sugli impianti o sulle modalità d'esercizio.

Redazione dell'attestato di Certificazione (o Qualificazione) Energetica di un edificio o di una singola unità immobiliare

Per redigere l'Attestato di Certificazione/Qualificazione Energetica di un edificio o di una singola unità immobiliare, è necessario avviare la Diagnosi Energetica o Energy audit, cioè la procedura sistematica volta ad acquisire adeguata

conoscenza del profilo di consumo energetico dell'edificio o della singola unità immobiliare. La Diagnosi Energetica è lo strumento che consente di individuare quali siano le inefficienze e le criticità e di intervenire con le soluzioni a minor costo e maggior efficacia in termini di riduzione dei consumi energetici, individuando e quantificando le opportunità di risparmio energetico anche sotto il profilo dei costi/benefici. La Diagnosi Energetica integra i dati raccolti sul campo (a seguito di sopralluoghi) con strumenti di calcolo (elaborazione di un modello matematico dell'edificio) attraverso i quali individuare e analizzare gli interventi di riqualificazione energetica dell'edificio o della singola unità immobiliare.

Al termine della Diagnosi Energetica viene rilasciato l'Attestato di Certificazione/Qualificazione Energetica.

2.2 DECRETO 22 GENNAIO 2008, N°37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attivita' di installazione degli impianti all'interno degli edifici - (GU n. 61 del 12-3-2008)

Art. 1. Ambito di applicazione

1. Il presente decreto si applica agli impianti posti al servizio degli edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso, collocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze. Se l'impianto e' connesso a reti di distribuzione si applica a partire dal punto di consegna della fornitura.

2. Gli impianti di cui al comma 1 sono classificati come segue:

a) impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonche' gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere;

b) impianti radiotelevisivi, le antenne e gli impianti elettronici in genere;

c) impianti di riscaldamento, di climatizzazione, di condizionamento e di refrigerazione di qualsiasi natura o specie, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e delle condense, e di ventilazione ed aerazione dei locali;

d) impianti idrici e sanitari di qualsiasi natura o specie;

e) impianti per la distribuzione e l'utilizzazione di gas di qualsiasi tipo, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e ventilazione ed aerazione dei locali;

f) impianti di sollevamento di persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili;

g) impianti di protezione antincendio.

3. Gli impianti o parti di impianto che sono soggetti a requisiti di sicurezza prescritti in attuazione della normativa comunitaria, ovvero di normativa specifica, non sono disciplinati, per tali aspetti, dalle disposizioni del presente decreto.

Art. 2. Definizioni relative agli impianti

1. Ai fini del presente decreto si intende per:

a) punto di consegna delle forniture: il punto in cui l'azienda fornitrice o distributrice rende disponibile all'utente l'energia elettrica, il gas naturale o diverso, l'acqua, ovvero il punto di immissione del combustibile nel deposito collocato, anche mediante comodato, presso l'utente;

b) potenza impegnata: il valore maggiore tra la potenza impegnata contrattualmente con l'eventuale fornitore di energia, e la potenza nominale complessiva degli impianti di autoproduzione eventualmente installati;

c) uffici tecnici interni: strutture costituite da risorse umane e strumentali preposte all'impiantistica, alla realizzazione degli impianti aziendali ed alla loro manutenzione i cui responsabili posseggono i requisiti tecnico-professionali previsti dall'articolo 4;

d) ordinaria manutenzione: gli interventi finalizzati a contenere il degrado normale d'uso, nonche' a far fronte ad eventi accidentali che comportano la necessita' di primi interventi, che comunque non modificano la struttura dell'impianto su cui si interviene o la sua destinazione d'uso secondo le prescrizioni previste dalla normativa tecnica vigente e dal libretto di uso e manutenzione del costruttore;

e) impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica: i circuiti di alimentazione degli apparecchi utilizzatori e delle prese a spina con esclusione degli equipaggiamenti elettrici delle macchine, degli utensili, degli apparecchi elettrici in genere. Nell'ambito degli impianti elettrici rientrano anche quelli di autoproduzione di energia fino a 20 kw nominale, gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere, nonche' quelli posti all'esterno di edifici se gli stessi sono collegati, anche solo funzionalmente, agli edifici;

f) impianti radiotelevisivi ed elettronici: le componenti impiantistiche necessarie alla trasmissione ed alla ricezione dei segnali e dei dati, anche relativi agli impianti di sicurezza, ad installazione fissa alimentati a tensione inferiore a 50 V in corrente alternata e 120 V in corrente continua, mentre le componenti alimentate a tensione superiore, nonche' i sistemi di protezione contro le sovratensioni sono da ritenersi appartenenti all'impianto elettrico; ai fini dell'autorizzazione, dell'installazione e degli ampliamenti degli impianti telefonici e di telecomunicazione interni collegati alla rete pubblica, si applica la normativa specifica vigente;

g) impianti per la distribuzione e l'utilizzazione di gas:
l'insieme delle tubazioni, dei serbatoi e dei loro accessori, dal punto di consegna del gas, anche in forma liquida, fino agli apparecchi utilizzatori, l'installazione ed i collegamenti dei medesimi, le predisposizioni edili e meccaniche per l'aerazione e la ventilazione dei locali in cui deve essere installato l'impianto, le predisposizioni edili e meccaniche per lo scarico all'esterno dei prodotti della combustione;

h) impianti di protezione antincendio: gli impianti di alimentazione di idranti, gli impianti di estinzione di tipo automatico e manuale nonche' gli impianti di rilevazione di gas, di fumo e d'incendio;

i) CEI: Comitato Elettrotecnico Italiano;.

l) UNI: Ente Nazionale Italiano di Unificazione.

Art. 3. Imprese abilitate

1. Le imprese, iscritte nel registro delle imprese di cui al decreto del Presidente della Repubblica 7 dicembre 1995, n. 581 e successive modificazioni, di seguito registro delle imprese, o nell'Albo provinciale delle imprese artigiane di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443, di seguito albo delle imprese artigiane, sono

abilitate all'esercizio delle attivita' di cui all'articolo 1, se l'imprenditore individuale o il legale rappresentante ovvero il responsabile tecnico da essi preposto con atto formale, e' in possesso dei requisiti professionali di cui all'articolo 4.

2. Il responsabile tecnico di cui al comma 1 svolge tale funzione per una sola impresa e la qualifica e' incompatibile con ogni altra attivita' continuativa.

3. Le imprese che intendono esercitare le attivita' relative agli impianti di cui all'articolo 1 presentano la dichiarazione di inizio attivita', ai sensi dell'articolo 19 della legge 7 agosto 1990, n. 241 e successive modificazioni, indicando specificatamente per quali lettera e quale voce, di quelle elencate nel medesimo articolo 1, comma 2, intendono esercitare l'attivita' e dichiarano, altresi', il possesso dei requisiti tecnico-professionali di cui all'articolo 4, richiesti per i lavori da realizzare.

4. Le imprese artigiane presentano la dichiarazione di cui al comma 3, unitamente alla domanda d'iscrizione all'albo delle imprese artigiane per la verifica del possesso dei prescritti requisiti tecnico-professionali e il conseguente riconoscimento della qualifica artigiana. Le altre imprese presentano la dichiarazione di cui al comma 3, unitamente alla domanda di iscrizione, presso l'ufficio del registro delle imprese.

5. Le imprese non installatrici, che dispongono di uffici tecnici interni sono autorizzate all'installazione, alla trasformazione, all'ampliamento e alla manutenzione degli impianti, relativi esclusivamente alle proprie strutture interne e nei limiti della tipologia di lavori per i quali il responsabile possiede i requisiti previsti all'articolo 4.

6. Le imprese, di cui ai commi 1, 3, 4 e 5, alle quali sono stati riconosciuti i requisiti tecnico-professionali, hanno diritto ad un certificato di riconoscimento, secondo i modelli approvati con decreto del Ministro dell'industria del commercio e dell'artigianato dell'11 giugno 1992. Il certificato e' rilasciato dalle competenti commissioni provinciali per l'artigianato, di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443, e successive modificazioni, o dalle competenti camere di commercio, di cui alla legge 29 dicembre 1993, n. 580, e successive

modificazioni.

Art. 4. Requisiti tecnico-professionali

1. I requisiti tecnico-professionali sono, in alternativa, uno dei seguenti:

a) diploma di laurea in materia tecnica specifica conseguito presso una universita' statale o legalmente riconosciuta;

b) diploma o qualifica conseguita al termine di scuola secondaria del secondo ciclo con specializzazione relativa al settore delle attivita' di cui all'articolo 1, presso un istituto statale o legalmente riconosciuto, seguiti da un periodo di inserimento, di almeno due anni continuativi, alle dirette dipendenze di una impresa del settore. Il periodo di inserimento per le attivita' di cui all'articolo 1, comma 2, lettera d) e' di un anno;

c) titolo o attestato conseguito ai sensi della legislazione vigente in materia di formazione professionale, previo un periodo di inserimento, di almeno quattro anni consecutivi, alle dirette dipendenze di una impresa del settore. Il periodo di inserimento per le attivita' di cui all'articolo 1, comma 2, lettera d) e' di due anni;

d) prestazione lavorativa svolta, alle dirette dipendenze di una impresa abilitata nel ramo di attivita' cui si riferisce la prestazione dell'operaio installatore per un periodo non inferiore a tre anni, escluso quello computato ai fini dell'apprendistato e quello svolto come operaio qualificato, in qualita' di operaio installatore con qualifica di specializzato nelle attivita' di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione degli impianti di cui all'articolo 1.

2. I periodi di inserimento di cui alle lettere b) e c) e le prestazioni lavorative di cui alla lettera d) del comma 1 possono svolgersi anche in forma di

collaborazione tecnica continuativa nell'ambito dell'impresa da parte del titolare, dei soci e dei collaboratori familiari. Si considerano, altresi', in possesso dei requisiti tecnico-professionali ai sensi dell'articolo 4 il titolare dell'impresa, i soci ed i collaboratori familiari che hanno svolto attivita' di collaborazione tecnica continuativa nell'ambito di imprese abilitate del settore per un periodo non inferiore a sei anni. Per le attivita' di cui alla lettera d) dell'articolo 1, comma 2, tale periodo non puo' essere inferiore a quattro anni.

Art. 5. Progettazione degli impianti

1. Per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento degli impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettere a), b), c), d), e), g), e' redatto un progetto. Fatta salva l'osservanza delle normative piu' rigorose in materia di progettazione, nei casi indicati al comma 2, il progetto e' redatto da un professionista iscritto negli albi professionali secondo la specifica competenza tecnica richiesta mentre, negli altri casi, il progetto, come specificato all'articolo 7, comma 2, e' redatto, in alternativa, dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice.

2. Il progetto per l'installazione, trasformazione e ampliamento, e' redatto da un professionista iscritto agli albi professionali secondo le specifiche competenze tecniche richieste, nei seguenti casi:

a) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera a), per tutte le utenze condominiali e per utenze domestiche di singole unita' abitative aventi potenza impegnata superiore a 6 kw o per utenze domestiche di singole unita' abitative di superficie superiore a 400 mq;

b) impianti elettrici realizzati con lampade fluorescenti a catodo freddo, collegati ad impianti elettrici, per i quali e' obbligatorio il progetto e in ogni caso per impianti di potenza complessiva maggiore di 1200 VA resa dagli alimentatori;

c) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera a), relativi agli immobili adibiti ad attivita' produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000 V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6 kw o qualora la superficie superi i 200 mq;

d) impianti elettrici relativi ad unita' immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o a maggior rischio di incendio, nonche' per gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 mc;

e) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera b), relativi agli impianti elettronici in genere quando coesistono con impianti elettrici con obbligo di progettazione;

f) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera c), dotati di canne fumarie collettive ramificate, nonche' impianti di climatizzazione per tutte le utilizzazioni aventi una potenzialita' frigorifera pari o superiore a 40.000 frigorie/ora;

g) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera e), relativi alla distribuzione e l'utilizzazione di gas combustibili con portata termica superiore a 50 kw o dotati di canne fumarie collettive ramificate, o impianti relativi a gas medicali per uso ospedaliero e simili, compreso lo stoccaggio;

h) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera g), se sono inseriti in un'attivita' soggetta al rilascio del certificato prevenzione incendi e, comunque, quando gli idranti sono in numero pari o superiore a 4 o gli apparecchi di rilevamento sono in numero pari o superiore a 10.

3. I progetti degli impianti sono elaborati secondo la regola dell'arte. I progetti elaborati in conformita' alla vigente normativa e alle indicazioni delle guide e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo, si considerano redatti secondo la regola dell'arte.

4. I progetti contengono almeno gli schemi dell'impianto e i disegni planimetrici nonche' una relazione tecnica sulla consistenza e sulla tipologia dell'installazione, della trasformazione o dell'ampliamento dell'impianto stesso, con particolare riguardo alla tipologia e alle caratteristiche dei materiali e componenti da utilizzare e alle misure di prevenzione e di sicurezza da adottare. Nei luoghi a maggior rischio di incendio e in quelli con pericoli di esplosione, particolare attenzione e' posta nella scelta dei materiali e componenti da utilizzare nel rispetto della specifica normativa tecnica vigente.

5. Se l'impianto a base di progetto e' variato in corso d'opera, il progetto presentato e' integrato con la necessaria documentazione tecnica attestante le varianti, alle quali, oltre che al progetto, l'installatore e' tenuto a fare riferimento nella dichiarazione di conformita'.

6. Il progetto, di cui al comma 2, e' depositato presso lo sportello unico per l'edilizia del comune in cui deve essere realizzato l'impianto nei termini previsti all'articolo 11.

Art. 6. Realizzazione ed installazione degli impianti

1. Le imprese realizzano gli impianti secondo la regola dell'arte, in conformita' alla normativa vigente e sono responsabili della corretta esecuzione degli stessi. Gli impianti realizzati in conformita' alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo, si considerano eseguiti secondo la regola dell'arte.

2. Con riferimento alle attivita' produttive, si applicano le norme generali di sicurezza di cui all'articolo 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 marzo 1989 e le relative modificazioni.
3. Gli impianti elettrici nelle unita' immobiliari ad uso abitativo realizzati prima del 13 marzo 1990 si considerano adeguati se dotati di sezionamento e protezione contro le sovracorrenti posti all' origine dell'impianto, di protezione contro i contatti diretti, di protezione contro i contatti indiretti o protezione con interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA.

Art. 7. Dichiarazione di conformità

1. Al termine dei lavori, previa effettuazione delle verifiche previste dalla normativa vigente, comprese quelle di funzionalità dell'impianto, l'impresa installatrice rilascia al committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati nel rispetto delle norme di cui all'articolo 6. Di tale dichiarazione, resa sulla base del modello di cui all'allegato I, fanno parte integrante la relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati, nonché il progetto di cui all'articolo 5.
2. Nei casi in cui il progetto e' redatto dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice l'elaborato tecnico e' costituito almeno dallo schema dell'impianto da realizzare, inteso come descrizione funzionale ed effettiva dell'opera da eseguire eventualmente integrato con la necessaria documentazione tecnica attestante le varianti introdotte in corso d'opera.
3. In caso di rifacimento parziale di impianti, il progetto, la dichiarazione di conformità, e l'attestazione di collaudo ove previsto, si riferiscono alla sola parte degli impianti oggetto dell'opera di rifacimento, ma tengono conto della sicurezza e funzionalità dell'intero impianto. Nella dichiarazione di cui al comma 1 e nel progetto di cui all'articolo 5, e' espressamente indicata la compatibilità tecnica con le condizioni preesistenti dell'impianto.
4. La dichiarazione di conformità e' rilasciata anche dai responsabili degli uffici tecnici interni delle imprese non installatrici di cui all'articolo 3, comma 3,

secondo il modello di cui all'allegato II del presente decreto.
5. Il contenuto dei modelli di cui agli allegati I e II può essere modificato o integrato con decreto ministeriale per esigenze di aggiornamento di natura tecnica.
6. Nel caso in cui la dichiarazione di conformità prevista dal presente articolo, salvo quanto previsto all'articolo 15, non sia stata prodotta o non sia più reperibile, tale atto e' sostituito - per gli impianti eseguiti prima dell'entrata in vigore del presente decreto - da una dichiarazione di rispondenza, resa da un professionista iscritto all'albo professionale per le specifiche competenze tecniche richieste, che ha esercitato la professione, per almeno cinque anni, nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione, sotto personale responsabilità, in esito a sopralluogo ed accertamenti, ovvero, per gli impianti non ricadenti nel campo di applicazione dell'articolo 5, comma 2, da un soggetto che ricopre, da almeno 5 anni, il ruolo di responsabile tecnico di un'impresa abilitata di cui all'articolo 3, operante nel settore impiantistico a cui si riferisce la dichiarazione.

Art. 8. Obblighi del committente o del proprietario

1. Il committente e' tenuto ad affidare i lavori di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione straordinaria degli impianti indicati all'articolo 1, comma 2, ad imprese abilitate ai sensi dell'articolo 3.
2. Il proprietario dell'impianto adotta le misure necessarie per conservarne le caratteristiche di sicurezza previste dalla normativa vigente in materia, tenendo conto delle istruzioni per l'uso e la manutenzione predisposte dall'impresa installatrice dell'impianto e dai fabbricanti delle apparecchiature installate. Resta ferma la responsabilità delle aziende fornitrici o distributrici, per le parti dell'impianto e delle relative componenti tecniche da loro installate o gestite.
3. Il committente entro 30 giorni dall'allacciamento di una nuova fornitura di gas, energia elettrica, acqua, negli edifici di qualsiasi destinazione d'uso, consegna al distributore o al venditore copia della dichiarazione di conformità

dell'impianto, resa secondo l'allegato I, esclusi i relativi allegati obbligatori, o copia della dichiarazione di rispondenza prevista dall'articolo 7, comma 6.
La medesima documentazione e' consegnata nel caso di richiesta di aumento di potenza impegnata a seguito di interventi sull'impianto, o di un aumento di potenza che senza interventi sull'impianto determina il raggiungimento dei livelli di potenza impegnata di cui all'articolo 5, comma 2 o comunque, per gli impianti elettrici, la potenza di 6 kw.
4. Le prescrizioni di cui al comma 3 si applicano in tutti i casi di richiesta di nuova fornitura e di variazione della portata termica di gas.
5. Fatti salvi i provvedimenti da parte delle autorità competenti, decorso il termine di cui al comma 3 senza che sia prodotta la dichiarazione di conformità di cui all'articolo 7, comma 1, il fornitore o il distributore di gas, energia elettrica o acqua, previo congruo avviso, sospende la fornitura.

Art. 9. Certificato di agibilità

1. Il certificato di agibilità e' rilasciato dalle autorità competenti previa acquisizione della dichiarazione di conformità di cui all'articolo 7, nonché del certificato di collaudo degli impianti installati, ove previsto dalle norme vigenti.

Art. 10. Manutenzione degli impianti

1. La manutenzione ordinaria degli impianti di cui all'articolo 1 non comporta la redazione del progetto ne' il rilascio dell'attestazione di collaudo, ne' l'osservanza dell'obbligo di cui all'articolo 8, comma 1, fatto salvo il disposto del successivo comma 3.
2. Sono esclusi dagli obblighi della redazione del progetto e dell'attestazione di collaudo le installazioni per apparecchi per usi domestici e la fornitura provvisoria di energia elettrica per gli impianti di cantiere e similari, fermo restando l'obbligo del rilascio della dichiarazione di conformità.
3. Per la manutenzione degli impianti di ascensori e montacarichi in servizio privato si applica il decreto del Presidente della Repubblica 30 aprile 1999, n.

162 e le altre disposizioni specifiche.

Art. 11. Deposito presso lo sportello unico per l'edilizia del progetto, della dichiarazione di conformita' o del certificato di collaudo.

1. Per il rifacimento o l'installazione di nuovi impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettere a), b), c), d), e), g) ed h), relativi ad edifici per i quali e' già stato rilasciato il certificato di agibilità, fermi restando gli obblighi di acquisizione di atti di assenso comunque denominati, l'impresa installatrice deposita, entro 30 giorni dalla conclusione dei lavori, presso lo sportello unico per l'edilizia, di cui all'articolo 5 del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 del comune ove ha sede l'impianto, la dichiarazione di conformità ed il progetto redatto ai sensi dell'articolo 5, o il certificato di collaudo degli impianti installati, ove previsto dalle norme vigenti.

2. Per le opere di installazione, di trasformazione e di ampliamento di impianti che sono connesse ad interventi edilizi subordinati a permesso di costruire ovvero a denuncia di inizio di attività, di cui al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, il soggetto titolare del permesso di costruire o il oggetto che ha presentato la denuncia di inizio di attività deposita il progetto degli impianti da realizzare presso lo sportello unico per l'edilizia del comune ove deve essere realizzato l'intervento, contestualmente al progetto edilizio.

3. Lo sportello unico di cui all'articolo 5 del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, inoltra copia della dichiarazione di conformità alla Camera di commercio industria artigianato e agricoltura nella cui circoscrizione ha sede l'impresa esecutrice dell'impianto, che provvede ai conseguenti riscontri con le risultanze del registro delle imprese o dell'albo provinciale delle imprese artigiane, alle contestazioni e notificazioni, a norma dell'articolo 14 della legge 24 novembre 1981, n. 689, e successive modificazioni, delle eventuali violazioni accertate, ed alla irrogazione delle

sanzioni pecuniarie ai sensi degli articoli 20, comma 1, e 42, comma 1, del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112.

Art. 12.Contenuto del cartello informativo

1. All'inizio dei lavori per la costruzione o ristrutturazione dell'edificio contenente gli impianti di cui all'articolo 1 l'impresa installatrice affigge un cartello da cui risultino i propri dati identificativi, se e' prevista la redazione del progetto da parte dei soggetti indicati all'articolo 5, comma 2, il nome del progettista dell'impianto o degli impianti.

Art. 13. Documentazione

1. I soggetti destinatari delle prescrizioni previste dal presente decreto conservano la documentazione amministrativa e tecnica, nonché il libretto di uso e manutenzione e, in caso di trasferimento dell'immobile, a qualsiasi titolo, la consegnano all'avente causa. L'atto di trasferimento riporta la garanzia del venditore in ordine alla conformità degli impianti alla vigente normativa in materia di sicurezza e contiene in allegato, salvo espressi patti contrari, la dichiarazione di conformità ovvero la dichiarazione di rispondenza di cui all'articolo 7, comma 6. Copia della stessa documentazione e' consegnata anche al soggetto che utilizza, a qualsiasi titolo, l'immobile.

Art. 14. Finanziamento dell'attivita' di normazione tecnica

1. In attuazione dell'articolo 8 della legge n. 46/1990, all'attività di normazione tecnica svolta dall'UNI e dal CEI e' destinato il tre per cento del contributo dovuto annualmente dall'Istituto nazionale per la assicurazione contro gli infortuni sul lavoro (INAIL) per l'attività di ricerca ai sensi dell'articolo 3, comma 3, del decreto-legge 30 giugno 1982, n. 390, convertito, con modificazioni, dalla legge 12 agosto 1982, n. 597.

2. La somma di cui al comma 1, calcolata sull'ammontare del contributo versato dall'INAIL e' iscritta a carico di un apposito capitolo dello stato di previsione della spesa del Ministero dello sviluppo economico per il 2007 e a carico delle

proiezioni del corrispondente capitolo per gli anni seguenti.

Art. 15. Sanzioni

1. Alle violazioni degli obblighi derivanti dall'articolo 7 del presente decreto si applicano le sanzioni amministrative da euro 100,00 ad euro 1.000,00 con riferimento all'entità e complessità dell'impianto, al grado di pericolosità ed alle altre circostanze obiettive e soggettive della violazione.
2. Alle violazioni degli altri obblighi derivanti dal presente decreto si applicano le sanzioni amministrative da euro 1.000,00 ad euro 10.000,00 con riferimento all'entità e complessità dell'impianto, al grado di pericolosità ed alle altre circostanze obiettive e soggettive della violazione.
3. Le violazioni comunque accertate, anche attraverso verifica, a carico delle imprese installatrici sono comunicate alla Camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura competente per territorio, che provvede all'annotazione nell'albo provinciale delle imprese artigiane o nel registro delle imprese in cui l'impresa inadempiente risulta iscritta, mediante apposito verbale.
4. La violazione reiterata tre volte delle norme relative alla sicurezza degli impianti da parte delle imprese abilitate comporta altresi', in casi di particolare gravita', la sospensione temporanea dell'iscrizione delle medesime imprese dal registro delle imprese o dall'albo provinciale delle imprese artigiane, su proposta dei soggetti accertatori e su giudizio delle commissioni che sovrintendono alla tenuta dei registri e degli albi.
5. Alla terza violazione delle norme riguardanti la progettazione ed i collaudi, i soggetti accertatori propongono agli ordini professionali provvedimenti disciplinari a carico dei professionisti iscritti nei rispettivi albi.
6. All'irrogazione delle sanzioni di cui al presente articolo provvedono le Camere di commercio, industria, artigianato ed agricoltura.
7. Sono nulli, ai sensi dell'articolo 1418 del Codice Civile, i patti relativi alle attività disciplinate dal presente regolamento stipulati da imprese non abilitate ai sensi dell'articolo 3, salvo il diritto al risarcimento di eventuali danni.
Il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sarà inserito nella Raccolta

ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. E' fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

2.3. LE EVOLUZIONI NORMATIVE IN EMILIA-ROMAGNA

L'Assemblea legislativa dell'Emilia-Romagna ha approvato recentemente (Marzo 2008) *l'Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici*, che riguarda non solo le abitazioni ma anche gli edifici in uso alle imprese artigiane, industriali, agricole e del terziario.

Si tratta di importanti novità concernenti i nuovi edifici e le ristrutturazioni di quelli superiori a 1000 mq e l'adozione dell'obbligo di certificazione energetica, che entreranno in vigore a partire dal 1° luglio 2008.

In sintesi, l´atto approvato disciplina:

- - i requisiti minimi di rendimento energetico degli edifici e degli impianti energetici in essi installati;
- - l'attestato di certificazione energetica degli edifici; - l'esercizio e la manutenzione degli impianti energetici;
- - l'allestimento di un sistema informativo regionale volto a monitorare l'evoluzione dell'efficienza energetica degli edifici e degli impianti in relazione alla entrata in funzione della disciplina regionale in materia;
- - le misure di sostegno e di promozione finalizzate all'incremento dell'efficienza energetica degli edifici.

L'atto norma il rendimento energetico dei nuovi edifici e le ristrutturazioni degli edifici con superficie superiore ai 1000 metri quadrati e stabilisce le prestazioni energetiche riferite a interventi su singoli elementi edilizi (caldaie, coimbentazione del tetto e sottotetto, "cappotto", doppi vetri).

Esso dà attuazione alla Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico degli edifici e alla Direttiva 2006/32/CE concernente l'efficienza energetica degli usi finali di energia ed i servizi energetici, in conformità ai principi fissati dal D.Lgs. 192/2005.

Il D.Lgs. 192/2005 infatti rende esplicita la "clausola di cedevolezza" nel senso che, considerando che la materia in questione è tra quelle a competenza legislativa concorrente, le norme statali di dettaglio sono sostituite dalle norme regionali quando adottate.

Requisiti minimi, certificazioni, certificatori e incentivi

Nel merito del capitolo "Requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli impianti energetici" l'atto fissa degli standard differenziati per le diverse tipologie d'intervento:

- - edifici nuovi ovvero ristrutturazione integrale di edifici esistenti di superficie utile superiore a 1000 metri quadrati;
- - ristrutturazione di edifici di superficie utile inferiore a 1000 metri quadrati;
- - riqualificazione delle superfici opache (tetto, pareti) e superfici trasparenti (vetri);
- - installazione di impianto di riscaldamento o ristrutturazione di impianti esistenti;
- - sostituzione caldaie.

Detti standard inoltre sono differenziati in funzione delle tipologie d'uso degli edifici (edifici ad uso abitativo, uffici, alberghi, edifici adibiti ad attività industriali e artigianali, sportive, socio-sanitarie, ecc.), in relazione alle diverse caratteristiche climatiche dell'area di insediamento (tali caratteristiche sono indicate dal coefficiente "Gradi Giorno") e al coefficiente di "forma" dell'edificio (dato dal rapporto tra superficie e volume disperdente).

Il provvedimento regionale dà attuazione e stabilisce l'entrata in vigore dal 1° luglio 2008 degli obblighi di rendimento energetico indicati dalle direttive comunitarie prevedendo anche nuove indicazioni per la progettazione degli edifici e per disciplinare il consumo di energia nel periodo estivo.

Il provvedimento inoltre dispone l'utilizzo obbligatorio delle fonti rinnovabili. In particolare, nel caso di edifici di nuova costruzione ovvero edifici esistenti oggetto di ristrutturazione integrale o in occasione di nuova installazione di impianti termici, l'impianto di produzione dell'energia termica dovrà essere

progettato in modo che almeno il 50% del fabbisogno di acqua calda sanitaria sia coperto da fonti rinnovabili.

E' inoltre obbligatoria l'installazione di impianti a fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica per una potenza da installare non inferiore a 1 kW per unità abitativa.

Il provvedimento della Regione introduce anche la novità per la quale l'uso delle fonti rinnovabili nel caso in cui vi sia un'impossibilità tecnica di realizzare gli impianti a fonti rinnovabili nell'edificio in questione, attraverso soluzioni alternative quali il collegamento ad una rete di teleriscaldamento; l'adozione di impianti di micro-cogenerazione; il collegamento a impianti di fonti rinnovabili comunali. La Regione prevede, infatti, di realizzare piattaforme fotovoltaiche in ogni territorio.

La certificazione energetica

Il provvedimento regionale dà avvio alla certificazione energetica degli edifici (dalla classe A+ dei più virtuosi a scendere) e dispone che l'attestato debba essere disponibile, con scadenze temporali differenziate, nei casi di:

- - edifici di nuova costruzione ovvero soggetti a profonda ristrutturazione (2008);
- - edifici oggetto di compravendita (2008);
- - singole unità immobiliari oggetto di compravendita (2009);
- - edifici ovvero singole unità immobiliari oggetto di locazione (2010).
- Il certificato energetico è reso obbligatorio per accedere agli incentivi nazionali, regionali e locali che riguardino il miglioramento della prestazione energetica dell'edificio e anche nel caso di edifici pubblici dati in gestione a società di servizi.

L'accreditamento dei certificatori

Il certificato energetico di un edificio, di durata decennale, sarà rilasciato da un soggetto qualificato e "accreditato" dalla Regione.

Possono essere accreditati quali soggetti certificatori:

- - tecnici qualificati, singoli o associati, in possesso dei requisiti di esperienza professionale in materia e di diploma di laurea in ingegneria, architettura, scienze ambientali ovvero diploma di geometra o perito industriale;
- - società di ingegneria;
- - società di servizi energetici;
- - organismi di ispezione;
- - organismi di certificazione.

Il provvedimento regionale disciplina i contenuti del certificato:

- - certifica l'efficienza energetica dell'edificio collocandola nell'ambito delle classi prestazionali fissate dalla Regione;
- - colloca il rendimento energetico dell'edificio rispetto ai valori vigenti di legge;
- - fornisce suggerimenti agli utenti in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento delle prestazioni.

Misure di sostegno e incentivazione

Per chi realizza edifici con rendimenti energetici inferiori a 50 kw al mq annuo sono previsti incentivi nelle norme di costruzione.

UF 3 IL BILANCIO ENERGETICO DEGLI EDIFICI: abitabilità e parametri termici

3.1 INTRODUZIONE ALLA PROCEDURA DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA DI UN EDIFICIO

La procedura di Certificazione Energetica di un edificio può essere divisa essenzialmente in tre fasi:
valutazione energetica dell'edificio;
classificazione dell'edificio;
redazione dell'attestato di Certificazione Energetica.

Essa dovrà in ogni caso essere conforme ai seguenti requisiti:
essere semplice nella sua applicazione;
essere applicabile: partendo dagli stessi dati si devono ottenere gli stessi valori di prestazione energetica;
essere comprensibile agli utenti (se ne sottolinea l'importanza per il campo immobiliare);
essere trasparente per tutti gli operatori coinvolti.

Durante la valutazione dell'Efficienza energetica (ovvero il rendimento di un edificio) hanno ruolo fondamentale diversi indicatori:
coibentazione;
caratteristiche tecniche e di installazione;
progettazione;
posizione in relazione agli aspetti climatici;
esposizione al sole e dell'influenza delle strutture adiacenti;
esistenza di sistemi di trasformazione propria di energia.

Nell'ottica della riduzione dei consumi, appare evidente l'importanza di effettuare controlli degli edifici esistenti che occupano la maggior parte del parco edilizio. A tal fine sono stati elaborati due metodi di analisi.

Il primo si basa sull'analisi degli indici di qualità definiti, consentendo di effettuare la diagnosi energetica del sistema edificio impianto e come passo successivo, la valutazione in termini energetici ed economici di eventuali interventi ai fini di migliorare l'efficienza dello stesso sistema.

Il secondo consiste in un questionario di autovalutazione energetica da compilarsi da parte dell'utenza. A tale fine occorre effettuare un'opera di sensibilizzazione per prendere coscienza dello status energetico della propria abitazione.
Nello specifico, la diagnosi energetica è l'elaborato tecnico che documenta lo "stato di salute" del sistema edificio-impianto.
E' il punto di partenza per qualsiasi intervento da realizzare sugli impianti termici, in quanto permette a priori di valutare il rapporto costi/benefici delle opere che si intendono realizzare e di stilare una graduatoria degli stessi. Permette di fare valutazioni su dati attendibili
La certificazione energetica è invece l'atto che certifica il Fabbisogno Energetico Convenzionale di un edificio o di una singola unità immobiliare, calcolato seguendo una specifica metodologia.

La Direttiva Europea 2002/91/CE sull'efficienza energetica recita (comma 2 art.7):
"L'attestato di certificazione energetica degli edifici comprende dati di riferimento, quali i valori vigenti a norma di legge e i valori di riferimento, che consentano ai consumatori di valutare e raffrontare il rendimento energetico dell'edificio. L'attestato è corredato di raccomandazioni per il miglioramento del rendimento energetico in termini di costi-benefici."

Essa ha di conseguenza lo scopo di far conoscere all'utente finale le caratteristiche energetiche oggettive dell'edificio e di consentirgli il confronto con quelle di un edificio energeticamente efficiente, in modo da evidenziare ed incentivare i possibili interventi migliorativi.
Inoltre, la certificazione energetica costituisce un valido aiuto per il consumatore, ai fini della scelta della sua abitazione, con particolare riguardo alle caratteristiche energetiche e di benessere; consentirà inoltre al venditore di evidenziare le qualità termiche che valorizzano la costruzione.

3.2 PARAMETRI CLIMATICI UTILI NELLA PROGETTAZIONE

Fonte: Clima e parametri climatici per la progettazione architettonica, Fabio Peron, Francesca Cappelletti, Università IUAV di Venezia

Le grandezze climatiche utilizzate in campo meteorologico ossia le precipitazioni e specialmente la temperatura con i suoi valori medi, massimi, minimi mensili e annuali, possono dare un'idea generale di quelle che sono le sollecitazioni ambientali su di un edificio. D'altra parte però per poter effettuare analisi dettagliate del sito in fase di progettazione e per la simulazione delle prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto è necessario elaborare in maniera specifica i dati meteorologici per ottenere ulteriori indicatori climatici. Nel seguito sono descritte le diverse grandezze e i vari parametri meteorologici che possono essere utilizzati nella progettazione architettonica.

L'anno tipo

Nella progettazione dei sistemi che utilizzano l'energia solare, così come nella valutazioni delle prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto si deve considerare il comportamento dei sistemi in regime dinamico lungo tutto il ciclo climatico annuale considerando le variazioni giornaliere delle diverse grandezze. Per fare questo è necessario avere a disposizione i valori orari delle grandezze meteorologiche lungo tutto il ciclo annuale; in particolare sono indispensabili la

temperatura e la radiazione solare. Si individuano le sequenze orarie più probabili elaborando statisticamente i dati ambientali misurati su lungo periodo (almeno 20 anni) e costruendo quello che va sotto il nome di "anno tipo".

In Italia l'elaborazione dell'anno tipo per una serie di località è stata condotta dal Consiglio

Nazionale delle Ricerche nell'ambito del Progetto Finalizzato Energetica negli anni '80. Utilizzando i dati provenienti da 68 stazioni sparse sul erritorio nazionale raccolti in maniera praticamente continua dall'Aeronautica Militare dal 1951 al 1970 si sono fatte le seguenti elaborazioni: per ogni stazione sono state calcolati valore medio e varianza della temperatura dell'aria per ciascun mese dell'anno, da gennaio a dicembre, utilizzando l'intera popolazione a disposizione;la stessa operazione è stata ripetuta per ogni singolo mese di ogni singolo anno; si è selezionato quale mese tipo più rappresentativo quello con media e varianza più prossimi agli stessi valori per quel mese calcolati sull'intera popolazione; alla temperatura dell'aria si sono accompagnate le altre grandezze meteorologiche relative alla stesso mese: velocità del vento, umidità relativa, numero di ore di sole. si è costruito l'anno tipo come successione dei mesi tipo così selezionati; per la radiazione si aveva in origine a disposizione solo la radiazione solare giornaliera sul piano orizzontale e limitatamente a 30 località a partire dal 1958. Alle altre 38 stazioni per le quali non si avevano dati si sono attribuiti i valori misurati in stazioni il più possibile adiacenti. Infine il valore giornaliero globale è stato decomposto secondo un modello messo a punto per l'occasione nelle due componenti diretta e diffusa le quali a loro volta sono state ripartite ora per ora.

Un limite di tale procedura è che essendo la temperatura il parametro guida i valori degli altri parametri sono quelli effettivamente verificatesi nei mesi scelti e non sono necessariamente vicini ai valori medi di lungo periodo.

L'anno tipo così elaborato è costituito da una sequenza di mesi reali (effettivamente rilevati nel sito considerato) provenienti da anni diversi. Si ottiene una successione di almeno 8760 dati (365x24) per ciascuna grandezza fisica considerata. In genere i valori numerici messi a disposizione da parte delle

diverse istituzioni che hanno rielaborato i dati meteorologici corrispondono a temperatura,umidità relativa, velocità e direzione del vento, radiazione globale, radiazione diffusa. Nei files dati una riga è costituita dai valori di queste grandezze precedute da tre colonne in cui sono riportati mese, giorno, ora.

Il giorno medio mensile

Non è sempre necessario utilizzare la descrizione annuale oraria del clima di un sito. Nelle prime fasi della progettazione ad esempio quando si devono effettuare numerose analisi parametriche per individuare la tipologia edificio-impianto più adatta utilizzare l'anno tipo porta ad un inutile dispendio di tempo e denaro. In molti casi è possibile compattare i dati meteorologici in una forma più sintetica la quale permette comunque di descrivere gli andamenti giornalieri delle grandezze e le variazioni stagionali; vengono in questo modo elaborati i cosiddetti "giorni medi mensili".

Si tratta di individuare la media ora per ora delle diverse grandezze per ciascun mese e ottenere così una successione di 24 valori rappresentativa dell'andamento giornaliero medio per ciascun mese dell'anno. I valori delle diverse grandezze nei giorni medi mensili per varie località italiane sono disponibili nel volume elaborato nell'ambito del Piano Finalizzato Edilizia del CNR, Dati per la progettazione edile e impiantistica. In tabella sono riportati i dati per Venezia.

I dati medi mensili vengono attribuiti a uno specifico giorno di ciascun mese. Questo è utile Soprattutto per i calcoli relativi alla radiazione solare legata alla declinazione solare e quindi variabile nel corso di ciascun mese. Il giorno scelto rappresenta quello in cui la declinazione solare è più vicina a quella media del mese.

Il progettista in questo modo può disporre di valori orari delle grandezze che gli consentono di fare delle valutazioni sul comportamento giornaliero sistema edificio-impianto. Nel caso si desideri fare delle valutazioni di tipo annuale, ciascun mese può essere ricostruito con 31 successioni giornaliere uguali.

Temperatura invernale di progetto

Per il calcolo della potenza di picco dell'impianto di riscaldamento nvernale è necessario fare riferimento alle condizioni più gravose in cui esso è chiamato a operare. Questo ci porterebbe a considerare la temperatura più bassa tra quelle che stagionalmente si sono verificate nel corso degli anni nella località in analisi, ossia la temperatura minima assoluta. Solo in questo caso si è sicuri di dimensionare un impianto in grado di garantire negli ambienti interni la temperatura desiderata di progetto anche al presentarsi delle sollecitazioni climatiche più avverse. Così facendo però si sovradimensiona di molto l'impianto dal momento che la temperatura a cui ci si riferisce ha statisticamente una frequenza estremamente bassa e può non verificarsi di nuovo anche per alcuni anni consecutivamente. Oltre ad un maggior costo di realizzazione un impianto sovradimensionato per la maggior parte del tempo viene impiegato per una bassa percenturale della sua potenzialità con conseguenti basse efficienze e notevole dispendio energetico.

Si accetta quindi di mitigare l'ipotesi delle "condizioni più sfavorevoli" e di costruire un impianto che non sia in grado di contrastare completamente le condizioni molto gravose che si presentano con incidenza statistica molto limitati. Si definisce allora come temperatura esterna di progetto la temperatura a cui nei mesi di dicembre-gennaio-febbraio o comunque nella stagione invernale corrisponde una frequenza cumulata del 99% per gli edifici con involucro leggero e del 97,5% per gli edifici con involucro pesante o normale, dove per "frequenza cumulata" s'intende la percentuale dei valori orari di temperatura che risultano superiori ad un determinato limite. Dire che la frequenza cumulata del valore Te = –5 °C è del 97,5%, significa dire che nell'arco di un determinato periodo scelto come rappresentativo del periodo più freddo per quella località c'è solo il 2,5% di possibilità che si verifichi per la temperatura esterna un valore più basso. Con ciò si ammette implicitamente che nel 2,5% dei giorni di quel periodo possano verificarsi delle condizioni climatiche tali da non permettere all'impianto di raggiungere la temperatura

interna stabilita perché il valore delle dispersioni supera il carico di picco che l'impianto può fornire.

Le temperature esterne invernali di progetto per le località italiane riportate nella norma UNI 5364 sono state ricavate utilizzando tale metodo statistico. La tabella con i valori delle temperature esterne invernali di progetto è riportata in Appendice A. La normativa UNI 7357 prevedeva delle correzioni al valore di temperatura esterna da assumersi con riferimento a tre parametri:

- diversa altitudine sul livello del mare: Te resta invariata fino a 200 m s.l.m. e diminuisce (o aumenta) di 1 °C per ogni 200 m di quota maggiore (o minore).
- diversa situazione dell'ambiente esterno: Te resta invariata per edifici in un complesso urbano, diminuita da 0,5 ad 1 °C in piccoli agglomerati e da 1 a 2 °C in edifici isolati. vicinanza di edifici: Te può essere diminuita da 1 a 2 °C limitatamente ai piani di altezza maggiore di quella degli edifici viciniori.

Irradiazione solare media giornaliera, irradianza solare massima estiva

La radiazione solare è un parametro progettuale essenziale sia nel calcolo in regime estivo del carico dei sistemi di climatizzazione, sia in regime invernale per valutare la quantità di calore "gratuito" che l'involucro edilizio è in grado di "captare" attraverso le superfici vetrate, oppure per
analizzare il funzionamento di eventuali sistemi passivi di riscaldamento (serra solare, muro di Trombe, roof pond) o attivi (solare termico) o ancora nella progettazione dei sistemi fotovoltaici, ma anche per la valutazione del livello di illuminamento naturale dell'edificio.

La normativa tecnica (UNI10349) fornisce i valori di irradiazione solare media giornaliera per le principali località italiane distinguendo le componenti diretta e

diffusa sul piano orizzontale e fornendo anche i valori di radiazione globale sul piano verticale per le diverse esposizioni; la stessa norma riporta i valori di irradianza solare estiva massima in funzione delle ore del giorno e della latitudine, valori che possono essere utilizzati per il calcolo dei carichi estivi. Si possono fare le seguenti osservazioni di carattere generale per l'emisfero settentrionale:

- le pareti verticali ricevano molta meno radiazione delle superfici orizzontali
- anche tetti con inclinazioni fino a 30° ricevono considerevoli quantità di energia che rimane elevata fino a inclinazioni di 60°
- le pareti rivolte a nord ricevono poca energia; si tratta quasi solo di diffusa a parte nelle prime e ultime ore del giorno durante il periodo estivo;
- la parete a sud non è sempre quella investita dalla maggior intensità di radiazione: al contrario di quanto potrebbe sembrare d'estate le pareti est e ovest ricevono molta più radiazione. Il sole d'estate infatti investe la parete sud con angoli di incidenza molto elevati mentre le pareti est e ovest sono investite con piccoli angoli di incidenza;
- di conseguenza si ha anche il fatto che una parete rivolta a sud riceve molta meno energia d'estate che durante la stagione invernale.

In mancanza di dati sperimentali, la radiazione solare ricevuta al suolo in un dato sito può essere calcolata con numerosi metodi di calcolo, il più noto si deve a Liu e Jordan. Nell'ambito del Piano Finalizzato Edilizia del CNR, riferendosi ai giorni medi mensili, sono stati elaborati i valori della radiazione solare oraria diretta e diffusa su superficie orizzontale e la globale oraria per superficie verticale diversamente esposta (sud, sud-ovest, ovest, nord-ovest, nord, nordest, est, sud-est) nonché i valori medi giornalieri.

Temperatura sole-aria

La sollecitazione termica su di una superficie di involucro è il risultato dell'azione degli scambi convettivi con l'aria esterna (funzione della temperatura dell'aria) e dell'irraggiamento solare. Un modo sintetico di considerare i diversi contributi di scambio termico è quello di utilizzare il

concetto di temperatura sole-aria, t.solair. Ossia la definizione di una temperatura fittizia che permette di descrivere il flusso di calore sulla superficie della parete come se fosse totalmente convettivo. Nella definizione si parte dal bilancio globale degli scambi convettivi e radianti che interessa la superficie esterna della parete, espresso dalla relazione:

q =A[a.supG.sol – h.est (t.sup – t.aria)]

nella quale

- a.sup = coefficiente di assorbimento nella banda solare della parete; G.sol = irradiazione solare; h.est = coefficiente di scambio termico convettivo esterno; t.sup = temperatura della superficie esterna; t.aria = temperatura esterna dell'aria.
- Nella maggior parte delle situazioni si possono assumere per a.sup e h.est valori rispettivamente pari a 0,8 e 16 W/(°C m2). Si definisce temperatura sole-aria, la temperatura fittizia, tale che:
- q =Ah.est (t.solair – t.aria)
- ovvero:
- h.est (t.solair – t.aria) = [a.sup G.sol – h.est (t.sup – t.aria)]
- Pertanto:
- t.solair=(a.sup/h.est)Gsol+t.aria

Come si è detto precedentemente la temperatura sole-aria è quella temperatura fittizia che apporterebbe sulla superficie esterna di una parete lo stesso flusso

termico che si ha nella realtà per effetto della radiazione solare e dell'adduzione con l'aria esterna.

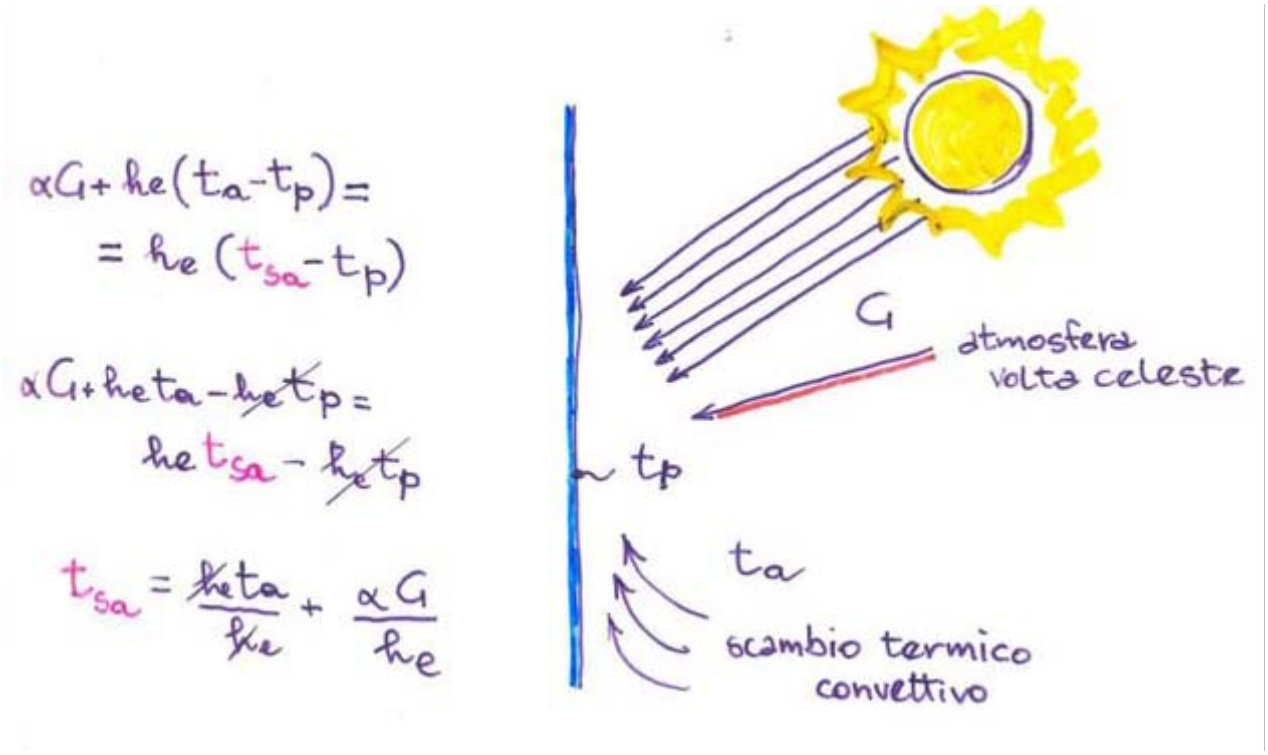


Fig.Temperatura sole aria

Il vento: direzione prevalente e velocità media, zone di vento

Perché considerare il vento come parametro progettuale? Il vento è un parametro climatico che influenza il comportamento termico dell'edificio in due modi: modifica la resistenza termica dell'involucro edilizio influenzando i valori dei coefficienti di convezione, influenza il carico per

infiltrazione attraverso l'involucro. Per molte applicazioni edilizie è sufficiente conoscere la direzione prevalente del vento e la velocità media, dati abbastanza facili da reperire.

Si deve tenere conto che la velocità del vento a livello della superficie terrestre diminuisce molto fino a divenire praticamente nulla a contatto con il suolo. Inoltre il regime dei venti di un sito è molto influenzato dalla topografia locale, presenza di vegetazione o edifici. Il progettista può

reperire nella norma tecnica UNI 10349 i dati di velocità media annuale del vento e direzione prevalente. L'Italia è stata suddivisa in 5 regioni di vento: la regione A comprende tutta l'Italia a nord del Po; la regione B comprende la zona tra l'Appennino e il mare Adriatico; la regione C comprende la zona tra l'Appennino e il mare Tirreno e la Sicilia; le regioni D ed E comprendono la Sardegna orientale e occidentale. Sulla base della regione di vento di appartenenza, della distanza dalla costa e dell'altitudine è possibile ricavare la velocità media del vento in una
qualsiasi località.

Gradi giorno

I gradi giorno sono una grandezza, introdotta nel nostro paese con l'emanazione della legge n. 373 del 30 aprile 1976, utile per caratterizzare i siti dal punto di vista delle necessità energetiche stagionali degli edifici: all'aumentare dei gradi giorno aumenta il fabbisogno energetico. Pur non essendo una grandezza di carattere tipicamente climatico, in quanto è definita tenendo conto di un prefissato valore della temperatura interna degli edifici, essa è particolarmente significativa per definire globalmente le caratteristiche termiche stagionali di un sito.

I gradi giorno di una località sono la somma delle differenze fra la temperatura convenzionale interna degli edifici e quella esterna media giornaliera di ciascun giorno compreso nell'intervallo stagionale definito dai limiti iniziale i e finale f, per il periodo invernale o per il periodo estivo. Si ha cioè:

$GG = \Sigma(Ta - Tem)$

La Legge 373 considerando le dispersioni invernali ha introdotto i gradi giorno invernali assumendo una temperatura interna di progetto pari a ta = 20 °C e ha posto come inizio e fine della stagione invernale i giorni in cui la temperatura media giornaliera scende e sale al di sopra del valore tem = 12 °C. In questo caso si dice che si sono ricavati i GG su base 20 (ta = 20 °C).

Sulla base dei gradi-giorno del periodo invernale il territorio italiano è stato suddiviso in sei zone climatiche contraddistinte da lettere alfabetiche:

- zona A comuni con meno di 600 gradi-giorno
- zona B comuni con più di 600 gradi-giorno ma meno di 900
- zona C comuni con più di 900 gradi-giorno ma meno di 1400
- zona D comuni con più di 1400 gradi-giorno ma meno di 2100
- zona E comuni con più di 2100 gradi-giorno ma meno di 3000
- zona F comuni con più di 3000 gradi-giorno

In ambiente anglosassone sono stati introdotti anche i gradi ora considerando non la temperatura media giornaliera, ma le temperature medie orarie e considerando le ore in cui la temperatura esterna scende sotto una prefissata temperatura per i periodi di sottoriscaldamento e sale sopra una prefissata temperatura (condizioni invernali) per i periodi di surriscaldamento (condizioni estive). Si ottiene un indicatore utile appunto nell'evidenziare in modo semplificato sollecitazioni invernali ed
estive. Un limite dell'applicazione di questi concetti in condizioni estive è quello che in tali condizioni una parte importante dei carichi è legata alla radiazione solare che non viene con questa tecnica tenuta in conto. E' possibile tenerne conto considerando, invece della temperatura esterna,
la temperatura sole-aria e ottenendo i gradi ora solari (Szokolay, 1988); si tratta di un parametro effettivamente legato ai carichi di raffrescamento di un edificio in quanto legato sia alla temperatura esterna che alla radiazione incidente.

I DATI CLIMATICI

Per il territorio italiano le informazioni sui parametri climatici non sono molto diffuse. Gli enti che raccolgono i parametri climatici sono molti ma spesso non coordinati tra di loro e con specifiche esigenze. In linea di massima sono attivi in campo meteo le agenzie per l'ambiente delle diverse regioni, i servizi agrometeorologici provinciali o regionali, l'aeronautica italiana nei diversi

aeroporti, l'ENEL e gli altri produttori elettrici, presso le proprie centrali e impianti idroelettrici, il servizio idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, Ufficio Centrale di Meteorologia del Ministero delle Politiche Agricole, Istituti di ricerca (CNR, ENEA), Osservatori Astronomici o Geofisici, Università. Spesso i dati disponibili sono quelli direttamente rilevati oppure valori medi mensili dei principali parametri, ma mancano le elaborazioni e i parametri derivati visti nel paragrafo precedente e utili in campo edilizio.

Sono fonti preziose di dati per la progettazione il volume edito nell'ambito del Piano Finalizzato Energetica del CNR "Dati climatici per la progettazione edilizia" e la serie pubblicata dall'ENEA "Profilo climatico dell'Italia". A livello normativo l'Ente Italiano Nazionale di Unificazione (UNI) riunisce nella norma UNI 10349 una serie di dati climatici utili per la progettazione e la verifica sia degli edifici sia degli impianti. Ulteriori fonti di dati meteorologici degne di nota sono i seguenti:

Dati De Giorgio elaborati da L. Mazzarella. ASHRAE Handbook of Foundamentals. Il codice Meteonorm, il sito internet Satel Light. Per facilitare il reperimento dei parametri climatici utili per la progettazione architettonica si riporta qui di seguito un elenco delle informazioni fornite dalle tre più diffuse pubblicazioni.

UNI10349

- • Valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna
- • Irradiazione solare giornaliera media mensile diretta e diffusa sul piano orizzontale e globale su superfici verticali
- • Media annuale della velocità giornaliera del vento e direzione prevalente
- • Valori medi mensili della pressione parziale del vapore d'acqua nell'aria esterna
- • Temperatura ed ampiezza massime estive
- • Irradianza solare massima estiva incidente su superfici verticali
- • Angolo di incidenza dell'irradianza solare massima estiva
- • Valori dell'angolo di altezza solare e azimutale massimo estivo

Attenzione però che ai fini degli adempimenti di legge (legge 10/91 per esempio) la normativa tecnica (UNI 10349 – Riscaldamento degli edifici. Dati climatici) riporta delle tabelle che riportano i valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna per alcune località
italiane. In questo modo il progettista ha in mano un solo dato di temperatura per mese: con tale dato può fare un bilancio approssimativo del fabbisogno di calore mensile.

"Profilo climatico dell'Italia" ENEA

Contiene i valori medi mensili, per 738 località italiane, delle seguenti grandezze:

- • Temperatura dell'aria minima, massima, media
- • Radiazione Solare
- • Eliofania
- • Direzione e velocità del vento
- • Numero di giorni piovosi
- • Copertura nuvolosa Numero di giorni sereni
- • Umidità relativa minima e massima

Inoltre raccoglie i valori estremi mensili di:

- • Temperatura dell'aria minima e massima
- • Velocità del vento

"Dati climatici per la Progettazione edile ed impiantistica" CNR

- • Temperature medie giornaliere per ogni giorno del mese
- • Giorni medi mensili (valori orari di temperatura a bulbo secco, umidità relativa, velocità del
- vento, direzione prevalente, radiazione diretta e diffusa)
- • Radiazione solare oraria per differenti orienta

UF 4 L'ISOLAMENTO TERMICO NELL'EDILIZIA

4.1 ISOLANTE TERMICO IN EDILIZIA E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO (Wikipedia)

L'isolante termico in edilizia è il materiale utilizzato nelle costruzioni per ridurre lo scambio di calore tra l'interno e l'esterno.
L'isolante termico che si utilizza per raggiungere l'obiettivo, presenta un elevato livello di prestazioni di resistenza al passaggio del calore e, inserito all'interno di un sistema di involucro edilizio, è in grado di contribuire alla realizzazione della condizione benessere termico interno e alla riduzione delle dispersioni termiche con la conseguente riduzione del fabbisogno energetico dell'intero edificio.
L'isolamento termico in edilizia è finalizzato al contenimento del calore all'interno degli edifici (per la protezione dal caldo estivo è più corretto parlare di "schermatura dal calore").
Il sempre maggior utilizzo di materiali isolanti nell'edilizia, è dovuto anche dalle recenti normative sul risparmio energetico (D.Leg.192/2005 e la successiva integrazione 311/2006) che hanno definito delle prestazioni energetiche minime relative alla trasmittanza dell'involucro edilizio, ad esempio nelle fasi di progettazione, realizzazione e gestione di un green building.

Le prestazioni energetiche dell'involucro edilizio indicano il comportamento in uso (ovvero durante la vita utile) degli elementi costruttivi che costituiscono le chiusure" (classe di unità tecnologica secondo la UNI 8290:1981) di un edificio, rispetto a sollecitazioni indotte da azioni termiche e igrometriche.

L'involucro edilizio
Il termine "involucro edilizio", il cui significato è abbastanza recente, ha sostituito il termine "chiusura", utilizzato nella scomposizione del sistema tecnologico nella UNI 8290, a sottolineare il concetto di globalità delle parti che

definiscono un ambiente interno (caratterizzato da condizioni "climatico/ambientali" stabili) rispetto ad un ambiente esterno (variabile per natura).

Le prestazioni dell'involucro devono garantire il comfort termico e igrometrico degli spazi confinati e il contenimento dei consumi energetici mediante il soddisfacimento dei seguenti requisiti prestazionali:

Requisiti ambientali:

- Mantenimento della temperatura dell'aria negli spazi abitativi nelle stagioni di esercizio degli impianti di riscaldamento entro i limiti di legge di 20 – 22 °C.
- Mantenimento delle condizioni di comfort termico negli ambienti interni nel periodo estivo.

Requisiti tecnologici:

- Controllo dei fenomeni di condensa superficiale e interstiziale
- Controllo della combinazione "Temperatura – Umidità – Ventilazione"
- Resistenza termica e inerzia termica ai fini del risparmio energetico e del comfort ambientale interno.

I modelli di controllo ambientale

Riprendendo la definizione di R. Banham si possono descrivere le prestazioni energetiche dell'involucro architettonico secondo quattro modelli di controllo ambientale:

1. Involucro conservativo, caratterizzato da un tipo di controllo ambientale che utilizza grandi masse murarie con poche aperture per ridurre le dispersioni termiche nelle varie stagioni dell'anno.
2. Involucro selettivo, che si caratterizza per un controllo ambientale basato su principi generali analoghi all'involucro conservativo ma con l'innovazione di utilizzare grandi pareti trasparenti per l'illuminazione e il riscaldamento passivo. (Es: parete trasparente semplice o doppia con dispositivi per il controllo solare)

3. Involucro rigenerativo, che affida a sistemi impiantistici tutti i problemi del controllo ambientale e assume l'involucro esclusivamente come barriera per diminuire l'interazione tra l'interno e l'esterno. (Es: parete trasparente con vetrata normale o selettiva)
4. Involucro ecoefficente o ambientalmente interattivo o bioclimatico avanzato, che propone un controllo basato sull'armonia tra ambiente esterno ed edificio con la possibilità di gestire i complessi flussi di energia attraverso le modifiche dell'intorno, la forma dell'edificio, l'organizzazione degli spazi interni e le configurazioni e azioni dell'involucro.

Quest'ultimo modello gestisce i flussi attraverso la regolazione di dispositivi fissi o ad assetto variabile (frangisole, apertura/chiusura di finestre, bocchette di ventilazione, ecc…), o con controllo e regolazione manuale o automatica in relazione al tipo di utenza ed alla complessità dell'edificio. Altri autori identificano un quinto modello di controllo ambientale: l' involucro architettonico intelligente, adattivo e interattivo, progettato e realizzato per adattarsi come un vero e proprio essere vivente al variare delle condizioni ambientali esterne.

L'involucro, come "pelle" svolge il ruolo determinante di sistema dinamico di filtro ambientale, capace non solo di regolare i flussi di calore, radiazione, aria e vapore, ma anche di convertire la radiazione in energia (termica ed elettrica) utilizzabile per il "metabolismo" degli edifici, ed in genere di assolvere una serie di prestazioni chiave che ne fanno l'elemento cardine di un processo globale di interazione eco-efficente con i fattori ambientali naturali. Analizzando le prestazioni energetiche dell'involucro si dovrebbe considerare anche la possibilità di produrre energia attraverso le sue componenti, oltre a quella di conservare energia a favore dell'ambiente interno. L'"intelligenza" di un componente di facciata si può, quindi, misurare in relazione alle modalità secondo cui esso sfrutta le fonti energetiche rinnovabili per assicurare il mantenimento di condizioni confortevoli al suo interno in termini di riscaldamento, raffrescamento, ventilazione e illuminazione naturale.

Evoluzione delle tecnologie in rapporto alle prestazioni energetiche dell'involucro edilizio

Il concetto di involucro come componente tecnologica capace di mediare i flussi di energia provenienti dall'esterno verso l'interno dell'edificio nasce con l'archetipo stesso del modello architettonico. Nel momento storico in cui l'uomo decide di costruirsi un riparo artificiale dagli agenti climatici ambientali, cerca di proporre soluzioni costruttive capaci di migliorare le condizioni dello spazio confinato destinato all'abitare.

L'involucro architettonico si è lentamente evoluto da elemento barriera prevalentemente protettivo in complesso sistema-filtro selettivo e polivalente, in grado da una parte di ottimizzare le interazioni tra ambiente interno e macro-ambiente esterno (e viceversa) al mutare delle diverse condizioni climatico-ambientali nel corso della giornata, nel corso dell'anno, finanche nel corso della vita dell'organismo edilizio e/o dell'uomo che lo abita; dall'altro lato di rispondere sempre più spesso in senso "intelligente" agli stessi mutamenti psicologici, sociologici e culturali del modo di vivere i rapporti con tali fattori micro e macro ambientali dai parte dei fruitori dell'architettura "involucrata".

Forma e funzione dell'involucro hanno registrato nel tempo un'evoluzione sostanziale sia nell'uso dei materiali (si è passati da involucri prevalentemente massivi, realizzati in materiale lapideo a involucri sempre più "leggeri, realizzati con superfici trasparenti) sia nelle prestazioni dei suoi componenti. Dal concetto di involucro come elemento energeticamente passivo, di separazione tra ambiente interno e esterno, si passa al concetto di involucro come elemento dinamico e interattivo del complesso sistema energetico che regola il funzionamento dell'edificio e ne caratterizza l'immagine.

L'evoluzione tecnologica delle prestazioni energetiche dell'involucro architettonico è registrabile e percepibile attraverso la smaterializzazione delle

superfici che lo costituiscono. Gli elementi opachi massivi di chiusura verticale e orizzontale vengono bucati da superfici trasparenti di dimensioni sempre maggiori, che in tempi recenti sostituiscono e costituiscono l'intero elemento di delimitazione architettonica.

L'uso sempre più frequente di superfici trasparenti per la realizzazione degli edifici si sviluppa a partire dalla fine del XIX secolo, in corrispondenza della rivoluzione industriale, e comporta lo sviluppo e la ricerca di nuovi materiali capaci di garantire prestazioni energetiche analoghe ai materiali tradizionali con cui per secoli sono stati realizzati gli edifici.

L'involucro si svincola dalla struttura portante dell'edificio e diviene elemento di chiusura chiamato a regolare prevalentemente i flussi energetici legati al passaggio di calore, alla trasmissione della luce per un'adeguata illuminazione degli ambienti interni ed alla protezione della radiazione solare nei mesi con le temperature più elevate. Le soluzioni tecnologiche e la scelta dei materiali si orientano verso quei sistemi tecnologici che riescono a governare tali scambi termici e luminosi, garantendo al contempo i requisiti estetici dettati dai nuovi linguaggi architettonici.

Parte dell'innovazione tecnologica legata alle prestazioni energetiche dell'involucro contemporaneo è dovuta alla realizzazione e adozione di nuovi materiali trasparenti suddivisi per caratteristiche in: passivi, attivi e ad alte prestazioni. I materiali passivi (pannelli prismatici, LCP, profili FISH, profili OKASOLAR, ecc…) sono tutti quelli che, grazie semplicemente alla forma, riescono a modificare la quantità di energia trasmessa (sia ottica che energetica) attraverso l'involucro in funzione dell'inclinazione della radiazione solare. I materiali attivi (vetri cromogenici, vetri elettrocromici, vetri olografici, ecc…) modificano la quantità di energia trasmessa in funzione di stimoli esterni forniti al sistema, quali corrente impressa, gradiente di temperatura o variazione di energia solare incidente. I materiali ad alte prestazioni (aereogel,

TIM), infine, sono quelli in grado di soddisfare, grazie a proprietà intrinseche, la maggior parte dei requisiti di comfort.

In molti edifici contemporanei l'involucro è realizzato con sistemi di facciata che permettono di accumulare l'energia solare incidente e di trasformarla in calore per implementare il fabbisogno energetico invernale dell'edificio, in altri l'involucro diviene un vero e proprio elemento attivo di produzione di energia, grazie all'integrazione di sistemi tecnologici legati alle fonti energetiche rinnovabili (fotovoltaico e solare termico). Le chiusure verticali opache e trasparenti sono sviluppate come componenti tecnologiche complesse capaci di interagire con le condizioni ambientali a contorno, in grado di ridurre il fabbisogno energetico dell'edificio. Facciate ventilate (opache o doppia pelle), sistemi di schermatura solare, sistemi solari attivi (collettori solari e celle fotovoltaiche) e sistemi solari passivi (serre solari) diventano elementi ricorrenti nella progettazione dell'involucro architettonico e si trasformano spesso in laboratori di ricerca progettuale rispetto ai quali sperimentare l'innovazione tecnologica, ad esempio nelle fasi di progettazione, realizzazione e gestione di un green building.

Involucro ed efficienza energetica dell'edificio

Le prestazioni energetiche dell'intero organismo edilizio dipendono dall'efficienza dell'involucro chiamato a circoscriverlo, se le componenti di chiusura (verticali, orizzontali, trasparenti, opache) non sono state progettate e realizzate in maniera consona alle prestazioni energetiche dell'edificio, le dispersioni dei flussi di calore passanti attraverso le stesse ne comprometteranno i consumi energetici finali.

Le azioni termiche che agiscono sull'esterno di un edificio sono combinazioni d'impatti radiativi e convettivi. La componente radiativa consiste nella radiazione solare incidente e nello scambio termico radiativo con l'ambiente esterno e con il cielo. L'impatto termico convettivo è una funzione dello scambio

con la temperatura dell'aria circostante, e può essere accelerato dal movimento dell'aria.

Le dispersioni termiche che avvengono sotto forma di calore, dipendono dalla differenza di temperatura tra la faccia interna e esterna dell'involucro stesso e dalla resistenza termica del materiale (o combinazione di materiali) dei quali è fatto l'involucro.

I materiali componenti un involucro che separa due ambienti a temperature differenti offrono una resistenza al passaggio del calore che varia in relazione diretta allo spessore del materiale e in relazione inversa alla sua 'facilità' a trasmettere il calore (trasmittanza).

- La trasmittanza termica (U) (W/m^2K), o coefficiente globale di trasmissione del calore interno-esterno è definita dalla norma UNI 7357 come il "flusso di calore che passa da un locale all'esterno (o ad un altro locale) attraverso una parete per mq di superficie della parete e per K di differenza tra la temperatura del locale e la temperatura esterna, o del locale contiguo".
- La conduttività o conducibilità termica (l) ($W/(m \cdot K)$) di un materiale indica il flusso di calore che, in condizioni stazionarie, passa attraverso uno strato unitario di materiale in presenza di una differenza unitaria di temperatura tra le due facce opposte del materiale considerato. La conduttività dipende dalla porosità (densità) e dal contenuto igrometrico del materiale.
- La resistenza termica (R) (m^2K/W) totale di una parete, che è ovviamente l'inverso della trasmittanza termica, sarà dunque data dalla somma delle differenti resistenze che il flusso di calore incontrerà lungo il percorso dall'elemento più caldo a quello più freddo.
- Particolare attenzione deve inoltre essere data alle prestazioni termiche dell'involucro edilizio in regime termico variabile, nei mesi invernali (in quei periodi in cui il riscaldamento è saltuario, o intermittente, specie con attenuazioni notturne), ma soprattutto nei mesi estivi.

Nel corso della stagione estiva, in particolare durante le successioni di giornate caratterizzate da valori elevati di temperatura e di intensità d'irraggiamento solare, gli involucri edilizi dovrebbero essere progettati e realizzati in modo tale da assicurare condizioni ambientali di sufficiente benessere termoigrometrico all'interno degli ambienti confinati, anche in assenza di impianti di condizionamento.

A tale scopo, assumono particolare importanza: il sistema di protezione dall'irraggiamento solare (schermi, aggetti, alberi ecc.); l'inerzia termica delle pareti opache dell'edificio, quantificabile in base all' attenuazione (s) dell'ampiezza delle variazioni della temperatura superficiale interna rispetto a quella ambientale esterna, e al ritardo di fase (f), cioè all'intervallo di tempo con cui le variazioni di temperatura esterna si trasmettono all'interno (ore). Buone prestazioni sono assicurate, sotto questo punto di vista, da pareti opache in grado di fornire come valori orientativi $s < 0,05$ e $f > 8$ ore, relativamente a una ipotetica oscillazione sinusoidale della temperatura esterna avente periodo di 24 ore.

Per ridurre i consumi energetici per la climatizzazione estiva risulta fondamentale attenuare i valori massimi di temperatura negli ambienti e ritardare l'immissione di energia termica negli stessi, spostandola verso le ore notturne quando la temperatura dell'aria esterna è ai valori minimi e il fenomeno del reirraggiamento raffredda rapidamente le superfici esterne.

Le perdite di calore attraverso l'involucro possono essere ridotte attraverso le seguenti strategie:

- utilizzare la massa termica;
- prevenire la conduzione di calore aggiungendo isolamento termico all'involucro per incrementare la sua resistenza termica;
- progettare l'edificio in un modo più compatto per ridurre la superficie complessiva, attraverso la quale il calore può essere trasmesso;
- aggiungere barriere al flusso di calore radiativo attraverso, per esempio, la posa di fogli in alluminio dietro i radiatori e usando vetri isolanti ed a

bassa emissività come pure isolare i cassonetti delle finestre e porte laddove sono presenti le avvolgibili esterne.

Nella fase progettuale dell'involucro edilizio si dovrà prestare particolare attenzione al controllo e alla verifica dei fenomeni di condensa interstiziale e superficiale, come previsto dalla Norma UNI EN ISO 13788, prestando particolare attenzione alle condizioni igrometriche di progetto interne ed esterne dell'edificio ed alle caratteristiche (spessore, conduttività termica, resistenza alla diffusione del vapore) di ciascuno strato di materiale componente la parete.

Il calcolo della condensa interstiziale viene effettuato quantificando i profili delle temperature e delle pressioni di vapore acqueo (saturo ed effettivo) all'interno della parete: se la pressione di vapore effettiva (Pe) raggiunge o supera quella della pressione di vapore saturo (Ps), si avrà formazione di condensa. Tale fenomeno può essere arginato disponendo in ordine decrescente gli strati che compongono la struttura in funzione della loro permeabilità al vapore acqueo (i materiali con resistenza maggiore al vapore vanno collocati verso l'ambiente abitato, quelli con resistenza minore vanno collocati verso l'ambiente esterno).

I fenomeni di condensa superficiale si verificano, invece, quando la temperatura della superficie interna della parete è inferiore alla temperatura di condensa dell'aria dell'ambiente abitato. Dal calcolo del profilo della temperatura all'interno della parete, si determina anche il valore della temperatura superficiale interna ed è quindi possibile valutare gli eventuali rischi di condensa superficiale.

Un buon isolamento termico deve quindi garantire i seguenti vantaggi:

- riduzione delle perdite di calore,
- clima confortevole negli ambienti interni,
- riduzione delle spese di riscaldamento,
- riduzione dei ponti termici,
- assenza di vizi costruttivi,

- assenza di umidità e di muffe,
- allungamento della durata di vita dell'edificio.
- Legislazione e Normativa Tecnica di riferimento

La necessità di regolare i flussi di energia che passano attraverso l'involucro ha influenzato la stesura delle recenti normative in materia di risparmio energetico, sia di matrice internazionale che di matrice nazionale. Isolamento termico e inerzia termica delle componenti costituenti il "limite" fisico tra ambiente interno ed esterno sono i parametri fondamentali su cui si basano tali riferimenti normativi. Alla luce della necessità di ridurre i carichi energetici dell'edificio è stato indispensabile individuare buone pratiche del costruire finalizzate all'implementazione delle caratteristiche tecnologiche dell'involucro edilizio, ridefinito come componente dinamica dal punto di vista energetico capace di regolare "positivamente" i flussi di energia entranti ed uscenti dall'ambiente edilizio.

La direttiva europea 2002/91/CE (Energy Performance of Buildings) sul rendimento energetico nell'edilizia, ha dato impulso a un rinnovamento legislativo, che in Italia ha prodotto, a livello nazionale, il Decreto 19 agosto 2005 n.192 (ora corretto e integrato dal Decreto 29 dicembre 2006, n.311) e, a livello locale, una nuova serie di regolamenti improntati alla riduzione dei consumi ed alla certificazione energetica.

Le tematiche centrali su cui si articolano le politiche normative di riqualificazione del pacchetto edilizio esistente si identificano in relazione alle caratteristiche intrinseche dell'involucro edilizio e degli impianti a servizio dell'edificio, e volgono alla riduzione dell'impatto energetico del sistema architettonico attraverso il controllo e la regolazione dei seguenti fattori:

- illuminazione;
- raffrescamento naturale per ventilazione passiva;
- riscaldamento naturale per accumulo termico e restituzione passiva;
- approvvigionamento attivo di energia rinnovabile e la sua integrazione con il sistema morfologico costruttivo dell'architettura;
- uso di materiali eco-compatibili.

Legislazione

Legge 373/1976

Legge 10/1991

Direttiva Europea 2002/91/CE

Raccomandazioni CTI

CEN Comitato Europeo di Normazione

D.Lgs. 192/2005

D.Lgs. 311/2006

Normativa tecnica

UNI 8290-1:1981 + A122:1983, Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia, 01/09/1981

UNI 8290-2:1983, Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti, 30/06/1983

UNI 7357:1974+A101:1983+A83:1979+A3:1989, Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici, 01/12/1974 (sostituita da UNI EN 12831:2006)

UNI EN 832:2001, Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali, 30/06/2001

UNI EN 12831:2006, Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto, 14/12/2006

UNI EN ISO 6946:2007, Componenti e elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo, 17/05/2007

UNI EN ISO 7345:1999, Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni, 31/07/1999

UNI EN ISO 9288:2000, Isolamento termico - Scambio termico per radiazione - Grandezze fisiche e definizioni, 2000

UNI EN ISO 10211-1:1998, Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Metodi generali di calcolo, 31/12/1998

UNI 10351:1994, Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore, 31/03/1994

UNI EN ISO 9251:1998, Isolamento termico - Condizioni di scambio termico e proprietà dei materiali -Vocabolario, 31/12/1998

UNI 10375:1995, Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti, 30/06/1995

UNI EN ISO 13788:2003, Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia – Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo, 01/06/2003

UNI EN ISO 13789:2001, Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo, 31/03/2001

UNI EN ISO 13790:2005, Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento, 01/04/05

Caratteristiche dei principali materiali isolanti utilizzati in edilizia

Materiali isolanti naturali riciclabili						
materiale tipo	**tipo**	**applicazione**	**λ**	**C**	**ρ**	**μ**
argilla cruda	pannello	pareti,soffitti	0,132	1.070	700	18
calce espansa	pannello	pavimenti, pareti, soffitti	0,045	1.116	100	7
canapa	materassino	intercapedini orizzontali	0,040	612	22	2
canna legata	pannello	pareti,soffitti	0,056	612	190	1
carta riciclata	sfuso	intercapedini	0,070	1.800	400	2
cocco	fibre , materassino	intercapedini orizzontali	0,057	1.500	60	1
fibre di legno	materassino	intercapedini orizzontali	0,040	2.088	80	100
fibre di legno intonacabile	pannello	pareti	0,045	2.088	200	10
lana di legno mineralizzata	pannello	portaintonaco	0,100	1.800	400	4
lana di pecora	materassino	intercapedini orizzontali	0,040	1.730	28	2
lino	materassino	intercapedini orizzontali	0,040	1.600	30	1
paglia	pannello	pavimenti, pareti, soffitti	0,058	612	175	1
sughero espanso	pannello	pavimenti, pareti, soffitti	0,040	1.800	100	10
sughero granulato	sfuso	intercapedini orizzontali, verticali	0,040	1.800	120	9

Materiali isolanti minerali di alto impatto ambientale

materiale tipo	tipo	applicazione	λ	C	ρ	μ
lana di roccia	materassino	intercapedini orizzontali	0,040	900	30	1
lana di vetro	materassino	intercapedini orizzontali	0,040	900	30	1
lana di vetro compattata	pannello	pavimenti, pareti, soffitti	0,040	900	100	1
silicato di calcio	pannello	soffitti	0,050	920	230	1
		Isolamento, struttura pavimento,				

Materiali isolanti di sintesi, ricavati dal petrolio, di elevatissimo impatto ambientale, altamente difficili da smaltire, riutilizzare e riciclare

materiale tipo	tipo	applicazione	λ	C	ρ	μ
poliestere	materassino	intercapedini orizzontali	0,040	1600	17	2
polistirene espanso	pannello	intercapedini orizzontali	0,035	1260	25	50
polistirene espanso con grafite	pannello	pavimenti, pareti, soffitti	0,031	1260	35	50/100
polistirene estruso	pannello	pavimenti, pareti, soffitti	0,035	1260	35	80/230
poliuretano	pannello	pavimenti, pareti, soffitti	0,030	1260	35	80

4.2 INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO TERMICO IN EDILIZIA www.edilportale.com

L'isolamento nelle pareti perimetrali

Nell'isolare questo elemento costruttivo dell'abitazione, a parità di trasmittanza termica, la posizione dell'isolante influenza in modo significativo il comportamentodell'insieme della parete. Sotto questo punto di vista ci si può ricondurre a tre differenti tecniche d'isolamento:

» Isolamento dall'ESTERNO
» Isolamento dall'INTERNO
» Isolamento in INTERCAPEDINE

L'isolamento dall'**ESTERNO** è la soluzione più efficace per isolare bene un edificio. È consigliato per ambienti riscaldati in continuo con interruzione notturna. Durante il funzionamento dell'impianto si ha un notevole accumulo di calore nelle pareti e il suo rilascio avviene nelle ore notturne, col riscaldamento spento, migliorando notevolmente il comfort termico. Altra caratteristica positiva di questa soluzione è la totale eliminazione di ponti termici causati dalle travi e dai solai. L'installazione di questo tipo di isolamento durante la ristrutturazione di un edificio rende massimo il rapporto costi-benefici. Le metodologie più diffuse nell'isolamento dall'esterno sono:

» SISTEMA A "CAPPOTTO"
» FACCIATA VENTILATA

L'isolamento dall'**INTERNO** è una tecnica poco costosa con una insignificante diminuzione di spazio abitabile. Questo tipo di isolamento è consigliabile per ambienti riscaldati saltuariamente e che quindi devono essere riscaldati rapidamente come per esempio gli uffici, le seconde case e più in generale

edifici con impianti termoautonomi. Le metodologie più diffuse dell'isolamento perimetrale dall'interno sono:

» CONTROPARETE PREACCOPPIATA
» CONTROPARETE SU STRUTTURA METALLICA

È da ricordare che questa soluzione elimina i ponti termici dei pilastri ma non quelli delle solette nei vari piani.
La soluzione di compromesso è rappresentata dall'inserimento dell'isolante nell'intercapedine fra il tamponamento esterno e la muratura a vista interna. Questa è la tipologia di isolamento più utilizzata nelle nuove costruzioni poiché la spesa è modesta e l'intervento risulta conveniente. Particolari interventi di isolamento dovranno essere, in questo caso, effettuati su pilastri e solette per ridurre la dispersione termica attraverso questi ponti termici. Le metodologie più diffuse dell'isolamento in intercapedine sono:

» INTERCAPEDINE CON PANNELLI A FACCIAVISTA
» INTERCAPEDINE CON LATERIZI A FACCIAVISTA

Considerazioni analoghe possono essere fatte anche per il periodo estivo dell'anno.

Il "Cappotto"

DESCRIZIONE

Il sistema di isolamento termico dall'esterno ad intonaco sottile, comunemente noto come "cappotto" consiste nell'applicazione, sull'intera superficie esterna verticale dell'edificio, di pannelli isolanti che vengono poi coperti da uno spessore sottile, protettivo, di finitura realizzato con particolari intonaci.
Si tratta di un sistema di isolamento che ha preso piede in Europa negli ultimi

30 anni.

L'isolamento a cappotto viene utilizzato nelle diverse tipologie d'uso degli edifici: residenziali, commerciali, ospedalieri, scolastici, militari, produttivi, di stoccaggio.

E' una soluzione particolarmente indicata nel caso di ripristino di superfici verticali, il cui rivestimento sia in fase di avanzato degrado. La coibentazione risulta economicamente conveniente ed impedisce il naturale processo di degrado degli edifici.

VANTAGGI

I vantaggi principali dell'isolamento a cappotto sono:

» isola in modo continuo e uniforme, consente l'eliminazione totale dei "ponti termici" ovvero quei punti che favoriscono la dispersione del calore. Si possono così conseguire un maggiore risparmio energetico (legato anche alla maggiore capacità dell'edificio di trattenere il calore), un maggiore comfort termico e l'eliminazione di muffe sulle superfici interne delle abitazioni, originate dalla condensa in corrispondenza dei ponti termici;

» protegge le pareti esterne dagli agenti atmosferici;

» rende stabili le condizioni termo-igrometriche della struttura degli edifici;

» consente di ridurre lo spessore delle pareti perimetrali con il conseguente aumento delle aree abitative;

» migliora il volano termico delle pareti perimetrali.

Nel caso di interventi di ripristino, il sistema a cappotto comporta una serie di vantaggi non indifferenti, dal lato organizzativo e del risparmio:

» non richiede l'allontanamento degli inquilini durante l'esecuzione dei lavori;

» rallenta il processo di degrado degli edifici offrendo una protezione totale;

» risolve il problema delle crepe e delle infiltrazioni di acqua meteorica;

» permette la realizzazione, in un'unica fase, dell'isolamento e della finitura con evidenti risparmi.

REQUISITI

Per ottenere un sistema a cappotto efficace, bisogna prestare la massima attenzione alle caratteristiche dei singoli componenti, in particolare del materiale isolante.

La lana di roccia risulta essere un materiale particolarmente idoneo, in quanto presenta i seguenti requisiti:

» stabilità dal punto di vista dimensionale al variare della temperatura e dell'umidità; eventuali dilatazioni originate da variazioni termoigrometriche potrebbero provocare delle fessurazioni sull'intonaco, nel caso in cui il materiale isolante non sia stabile;

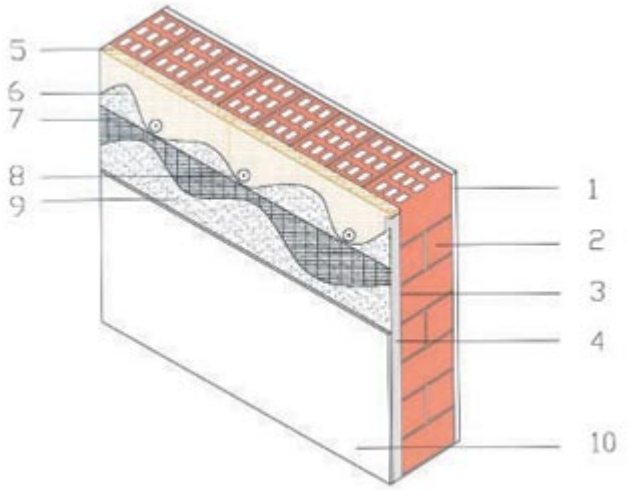
» stabilità nel tempo;

» lavorabilità;

» bassa elasticità compatibilmente con la resistenza meccanica dell'insieme; questo permette di rendere relativamente indipendenti le due strutture rigide costituite dalla parete e dall'intonaco esterno;

» sicurezza in caso di incendio dovuta alla natura inorganica del materiale isolante

STRATIGRAFIA DELLA PARETE



1 Rivestimento interno

Intonaco a gesso e tinteggiatura a pittura a tempera

2 Strato di supporto

Elementi di laterizio semipieno per murature portanti di spessore cm 25, peso compreso tra 1000 e 1600 kg/mc. Foratura compresa tra il 15% e il 45%.

3 Legante

Malta adesiva.

4 Protezione

Angolare metallico di protezione in acciaio o alluminio.

5 Strato isolante

Pannello rigido in lana di roccia resinato ad alta densità ROCKWOOL 431.

6 1° strato di rasatura

Malta rasante per la formazione del primo strato di intonaco

7 Armatura

Rete in tessuto o in fibra di vetro

8 Fissaggio meccanico

Tasselli a disco ad espansione

9 2° strato di rasatura

Malta rasante a copertura della rete

10 Strato di finitura

Intonaco speciale

POSA IN OPERA

• Prima di procedere alla posa in opera è indispensabile accertarsi che il sottofondo sia compatto, pulito e sgrassato, non trasudi umidità o sia ricoperto da un velo d'acqua;

• se si posa su di un vecchio intonaco accertarsi che questo sia sempre perfettamente ancorato, in caso contrario, rimuoverlo;

• eventuali componenti sporgenti (es. davanzali) o esterni alla facciata (pluviali, gronde, ecc) devono essere spostati maggiormente all'esterno per consentire il posizionamento dello spessore isolante e della finitura;

• se si è in presenza di un supporto liscio stendere la malta adesiva su tutto il pannello; nel caso di supporto costituito da mattoni o blocchi occorre stenderla a punti o a cordoli;

• posare e far aderire alla parete il pannello con la malta, accertandosi che le giunture siano livellate. La posa dei pannelli avviene dal basso verso l'alto.Vengono posti ben accostati e a giunti verticali sfalsati, evitando che la malta adesiva penetri nei giunti;

• in aggiunta, ma non in alternativa all'incollaggio, fissare i pannelli meccanicamente con appositi tasselli costituiti da un disco e da una gamba. Il disco ha lo scopo di pressare per punzonamento l'isolante contro il supporto. Ogni tassello viene inserito in vicinanza degli angoli dei singoli pannelli, quattro per ogni pannello;

• subito dopo la posa dei pannelli, si devono applicare gli elementi di rinforzo in corrispondenza degli spigoli.

Vengono incollati con della malta adesiva, premendoli contro gli spigoli;

• applicato un primo stato di rasatura fresca si stende la rete in fibra di vetro, eliminando sacche d'aria e pieghe.

Durante la posa della rete, non si deve asportare materiale di rasatura, ma

ridisporlo immediatamente sulla rete;

• le estremità della rete devono essere sovrapposte per evitare discontinuità nell'armatura. La sovrapposizione deve essere di almeno 8/10cm e in prossimità degli angoli applicare una fascia di rete di rinforzo di circa 10x30cm annegandola completamente nella rasatura;

• prima della posa del rivestimento finale, se richiesto si applica uno strato di primer, la cui funzione è quella di garantire una perfetta adesione del rivestimento di finitura allo strato sottile di rasatura precedentemente realizzato;

• accertarsi che la rete sia completamente nascosta sotto la rasatura, che a mano a mano deve essere ridistribuita in modo uniforme stendendo una seconda mano;

• lo strato di rasatura è il prodotto che deve proteggere il pannello isolante dagli agenti atmosferici, e assieme alla rete di armatura, deve realizzare uno strato monolitico per resistere alle azioni meccaniche che agiscono sul sistema (urti, vento, movimenti di origine termica);

• quando lo strato di rasatura è completamente asciutto si inizia ad applicare il rivestimento di finitura che ha il ruolo di proteggere gli strati sottostanti dalle intemperie e dalle radiazioni solari. Deve possedere una buona elasticità alle sollecitazioni meccaniche. Deve essere sufficientemente permeabile al vapore d'acqua per non ostacolarne la migrazione, ma contemporaneamente impermeabile all'acqua per non far bagnare dalla pioggia di stravento le pareti esterne. Si usa in genere una particolare pittura a base sintetica e/o minerale che si può realizzare con varie finiture speciali (rustico, rasato, graffiato, spugnato o spruzzato).

Facciata ventilata

DESCRIZIONE

La facciata ventilata è una tecnica d'isolamento termico che viene effettuata dall'esterno e sfrutta la ventilazione di una camera d'aria creata fra l'isolante ed il rivestimento esterno. Quest'ultimo può essere costituito da elementi di varia natura: lapidei, terrecotte, metallici, plastici, conglomerati cementizi fibrorinforzati, ceramici.

Le pareti ventilate sono progettate e realizzate per dar luogo, nell'intercapedine, ad un flusso d'aria ascendente azionato dalla prevalenza naturale dovuta alla differenza di temperatura fra l'aria presente nell'intercapedine e quella presente in ingresso della stessa, detto "effetto camino".

VANTAGGI

I vantaggi che derivano dall'isolare l'edificio col sistema a Facciata Ventilata, utilizzando i pannelli in lana di roccia ROCKWOOL, sono:

» Realizzazione dell'isolamento termico in modo omogeneo e continuo, facilmente raccordabile alle linee di imposta dei telai delle chiusure trasparenti al fine di ottenere un totale controllo dei ponti termici sui vari fronti di facciata e contemporaneamente migliorare il volano termico delle pareti.

» Eliminazione totale dei ponti termici, dovuti ai pilastri e ai solai. Evitare ponti termici significa ridurre le dispersioni termiche fino al 30 % garantendo sicuri risparmi energetici e migliore comfort abitativo.

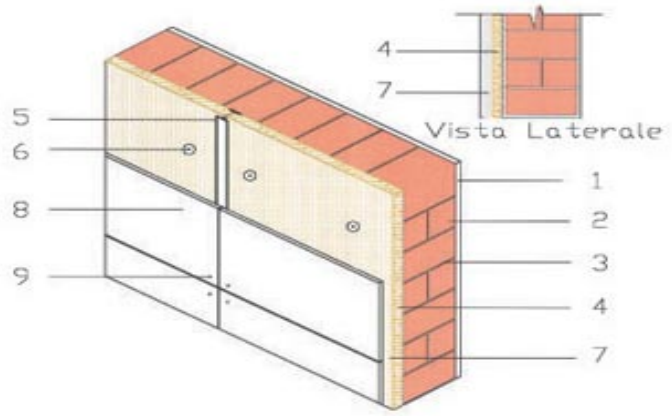
» Possibilità d'aumentare, e di molto, lo spessore dell'isolante termico, contribuendo al comfort negli ambienti interni contemporaneamente all'aumento del risparmio energetico con conseguente diminuzione d'immissione di inquinanti nell'ambiente.

» Riduzione del carico termico dell'edificio durante la stagione calda. Questo grazie alla parziale riflessione della radiazione solare incidente sulla facciata da parte del rivestimento e alla ventilazione dell'intercapedine. La riflessione,

ovviamente, risulta massima con rivestimenti molto riflettenti tipo quelli di colore chiaro e finitura lucida.
» Protezione dal FUOCO; a causa dell'effetto camino della Facciata Ventilata è consigliabile utilizzare materiali isolanti di natura inorganica come i prodotti in lana di roccia ROCKWOOL.

La portata d'aria è funzione delle differenze esistenti fra le condizioni ambientali esterne e quelle che si vengono a instaurare nell'intercapedine a causa di rientrate di calore provocate, nella stagione estiva dall'esposizione all'azione solare del paramento esterno e nella stagione invernale dalle perdite energetiche dell'ambiente riscaldato attraverso la muratura perimetrale.
La ventilazione naturale interna favorisce sia la cessione all'ambiente esterno per evaporazione dell'eccesso di vapore acqueo prodotto negli ambienti interni che la rapida e completa evaporazione dell'acqua di costruzione in eccesso all'inizio della vita dell'edificio. In questo modo si evita la formazione di una eventuale condensa all'interno del coibente e delle pareti.
Inoltre il rivestimento esterno, distaccato dalla parete interna possiede una naturale propensione a proteggere efficacemente contro le azioni combinate di pioggia e vento. Le modalità di vincolo del rivestimento e la presenza dietro allo stesso di una intercapedine ventilata consentono infatti di neutralizzare gli effetti degli spruzzi, delle sferzate d'acqua e dei conseguenti ruscellamenti sul piano di facciata mantenendo all'asciutto l'isolante termo-acustico e la controparete interna. Ciò comporta indubbi vantaggi in termini di durabilità della parete e di efficienza energetica della stessa nel periodo di riscaldamento.
Se l'isolante termico e la controparete rimangono asciutti, l'edificio non subisce dispersioni di calore aggiuntive dovute al temporaneo aumento della conduttività dell'isolante a causa dell'acqua assorbita. Con forti azioni combinate di pioggia e vento l'isolante può essere raggiunto da qualche spruzzo d'acqua; pertanto è sempre opportuno che quest'ultimo sia non idrofilo.

STRATIGRAFIA DELLA PARETE



1 Rivestimento interno

Intonaco a gesso e tinteggiatura a pittura a tempera

2 Strato di supporto

Elementi di laterizio pieno per murature portanti di spessore cm. 25 e peso tra 1000 e 1600 kg/mc.

3 Legante

Malta bastarda per muratura composta da cemento, calce idraulica, sabbia e acqua. La sabbia dovrà essere esente da sostanze organiche e argillose.

4 Strato isolante

Pannello Resinato rigido in lana di roccia vulcanica ROCKWOOL 211.652 rivestito su un lato con velo minerale nero.

5 Montanti

Dispositivi di supporto dei pannelli isolanti costituiti da profilati di acciaio inox o zincato.

6 Fissaggi meccanici

Tasselli a disco in plastica o acciaio, almeno 4 per ogni pannello.

7 Intercapedine di ventilazione

Strato d'aria.

9 Strato esterno

Lastra in fibrocemento con massa volumica non inferiore a 500kg/mc ed assorbimento d'acqua non superiore al 20%, composta da: impasto di cemento, acqua, vari tipi di materiali fibrosi minerali o vegetali. In alternativa si usano ceramiche o marmi.

10 Ancoraggio parete ventilata

Viti autofilettanti in acciaio inox a testa piatta.

ACCORGIMENTI

• Fissare meccanicamente l'orditura di sostegno del rivestimento estetico-protettivo;

• i pannelli saranno fissati meccanicamente alla muratura mediante tasselli a disco del diametro non minore di 50mm e di lunghezza tale da poter penetrare di almeno 30mm nella muratura;

• per evitare l'insorgere di ponti termici ed acustici,è necessario prestare particolare cura al posizionamento dei montanti e dei pannelli che devono essere ben accostati l'un l'altro;

• fissare il rivestimento estetico-protettivo all'orditura di sostegno.

• Le pareti ventilate vengono posate a "secco", ossia mediante operazioni di montaggio meccanico integrate, in alcuni sistemi, da incollaggi e sigillature con resine;

• le operazioni di posa vengono effettuate procedendo dal basso verso l'altro;

• tutti i bordi della parete ventilata verranno opportunamente protetti. Ove tali protezioni non siano state previste esse saranno realizzate con scossaline e parabordi in lamiera zincata o di altro materiale idoneo;

• le scossaline sul lato inferiore e superiore della facciata ventilata devono avere geometria tale da consentire il ricambio d'aria all'interno dell'intercapedine per consentire l'effetto camino;

• nelle pareti ventilate la scanalatura del gocciolatoio sotto i davanzali dovrà essere realizzata in modo da risultare più esterna rispetto alle lastre di rivestimento del sistema;

• i giunti di malta fra gli elementi di laterizio devono avere un andamento

regolare;

• i corsi degli elementi costituenti la muratura devono essere regolari, eseguiti se possibile con elementi interi, posati a livello, con giunti sfalsati rispetto a quelli sottostanti;

• la somma dello spessore del pannello isolante e dell'intercapedine è non meno di 10 cm.

Isolamento dall'interno

DESCRIZIONE

L'isolamento delle pareti perimetrali dall'interno consiste nell'applicazione di uno strato isolante, di elevate caratteristiche termo-acustiche e meccaniche, sulla superficie rivolta all'ambiente riscaldato. E' un sistema molto usato negli interventi di ristrutturazioni, soprattutto quando non è possibile intervenire dall'esterno come nel caso di un singolo appartamento condominiale.
Questa applicazione risulta particolarmente indicata per l'isolamento di murature portanti in mattoni o calcestruzzo facciavista o nel rinnovo di edifici esistenti, in particolar modo, quando la carenza di isolamento fa insorgere problemi di natura igrometrica (presenza di umidità e di muffe sulle pareti) o quando per la saltuaria utilizzazione degli ambienti (seconde case, scuole, edifici adibiti a terziario) è da privilegiare un più rapido riscaldamento. Infatti il posizionamento dell'isolante sulla superficie interna della muratura riduce sensibilmente gli effetti dovuti all'inerzia termica della parete perimetrale.

VANTAGGI

I vantaggi del sistema di isolamento termico dall'interno sono:

» rapidità di messa in opera;

» posa in opera indipendente dalle condizioni atmosferiche;

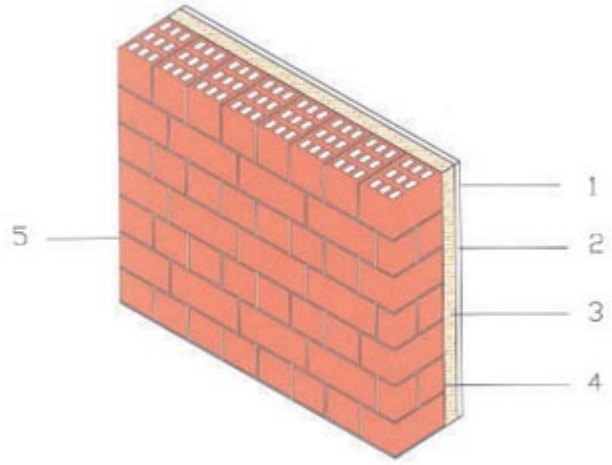
» possibilità di posare l'isolamento quando l'edificio è già abitato evitando l'onore di altre opere edili;
» non eccessivi costi di realizzazione.

Controparete preaccoppiata

DESCRIZIONE

Parete perimetrale verticale portante realizzata con elementi di laterizio semipieno con finitura esterna a facciavista isolata mediante contropareti preaccoppiate ad altezza di vano, costituite da lastre di cartongesso incollate su strato isolante composto da pannello rigido in lana di roccia munito di freno vapore.
Questa soluzione è largamente usata nelle ristrutturazioni dei locali, e a fronte di una piccola riduzione di spazio abitativo si ha un notevole aumento di comfort termico e acustico, con una spesa ridotta e con una assoluta facilità di messa in opera.
L'uso di contropareti preaccoppiate è inoltre frequente anche per l'isolamento termico ed acustico di pareti divisorie fra differenti unità abitative o anche per aumentare l'isolamento acustico fra due ambienti appartenenti alla medesima unità abitativa.
A differenza di altri materiali isolanti, che hanno prestazioni esclusivamente termiche, la struttura a celle aperte della lana di roccia consente di ottenere prodotti con elevate caratteristiche di fonoassorbimento che, se interposti nell'intercapedine di pareti doppie, consentono un sensibile incremento dell'isolamento acustico dell'intera struttura.

STRATIGRAFIA DELLA PARETE



1 Finitura

Tinteggiatura a tempera o ad acqua o, in alternativa, carta da parati.

2-3 Controparete coibentata

Controparete LABELROCK 406 costituita da lastra di cartongesso con freno vapore e pannello in lana di roccia ad alta densità.

4 Legante

Malta adesiva.

5 Parete esterna

Laterizio semipieno portante per facciavista.

Peso della muratura 1000-1600kg/mc. e foratura compresa tra 15 e 45%.

POSA IN OPERA

• Assicurarsi che la superficie interna del tavolato esterno non presenti tracce di umidità;

• rimuovere eventuali vecchi intonaci ammallorati;

• incollare alla parete portante, mediante malta adesiva posta dalla parte del pannello di lana di roccia, la controparete di cartongesso;

• allineare perfettamente tra loro le lastre di cartongesso;

• sigillare i giunti con malte specifiche, utilizzando nastri adesivi di rinforzo;

• applicare sul cartongesso la finitura interna;

• nel caso di ambienti ad elevata umidità relativa quali ad esempio bagni e/o cucine ed in assenza di una buona ventilazione è auspicabile l'utilizzo di contropareti dotati di barriere vapore.

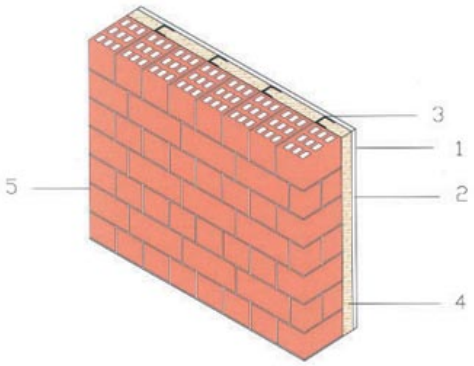
Controparete su struttura metallica

DESCRIZIONE

Isolamento di parete perimetrale verticale realizzato con lastre precostituite di gesso rivestito e fissato alla muratura mediante struttura metallica con l'interposizione, nell'intercapedine, di pannelli in lana di roccia con funzione termica ed acustica.

Questo tipo di soluzione è anche largamente utilizzata per l'isolamento termo-acustico di pareti divisorie.

STRATIGRAFIA DELLA PARETE



1 Finitura

Tinteggiatura o in alternativa carta da parati.

2 Paramento interno

Lastra in gesso rivestito da 13mm, dotata sulla superficie non a vista di una lamina di alluminio con funzione di freno vapore.

3 Struttura di fissaggio

Orditura metallica per il fissaggio della lastra in cartongesso alla parete costituita da montanti verticali a "C" in acciaio zincato da 6/10 da fissare a soffitto e pavimento.

4 Strato isolante

Pannello in lana di roccia ROCKWOOL 211-Pannello 220-Pannello 225

5 Parete esterna

Laterizio semipieno portante per facciavista.

Peso della muratura 1000-1600kg/mc. e foratura compresa tra 15 e 45%.

POSA IN OPERA

• Assicurarsi che la superficie interna del tavolato esterno sia piana e non presenti tracce di umidità nel caso di ristrutturazione;

• rimuovere eventuali vecchi intonaci nel caso di ristrutturazione;

• porre il profilo ad "U" in orizzontale sia a pavimento (guida inferiore) che a soffitto (guida superiore) in modo da garantire l'inserimento successivo dei montanti;

• inserire una guarnizione elastica tra pavimentazione e profilo a "U" orizzontale;

• collocare il profilo a "C" in verticale, coprendo tutta la distanza tra il pavimento e il soffitto meno 1cm. La larghezza del montante deve essere di poco inferiore a quella della guida così da consentire il perfetto assemblaggio dello stesso;

• posizionare fra i montanti i pannelli in lana di roccia prestando attenzione che siano ben accostati fra loro;

• fissare all'orditura metallica mediante delle viti, le lastre di cartongesso che devono avere il lato maggiore parallelo ai montanti;

• applicare sul cartongesso la finitura interna;

• nel caso di ambienti ad elevata umidità relativa quali ad esempio bagni e/o cucine ed in assenza di una buona ventilazione è auspicabile l'utilizzazione di contropareti dotati di barriere vapore.

Isolamento in intercapedine

DESCRIZIONE

Il sistema murario composto con isolamento termico in intercapedine è, in Italia a tutt'oggi, la tipologia più diffusa di realizzazione delle chiusure d'ambito esterno. Esso ha rappresentato la prima e più significativa evoluzione della parete perimetrale da elemento monolitico a unità tecnologica pluristrato, costituita da una sequenza ordinata e funzionale di stratificazioni in grado di garantire un corretto comportamento della chiusura sotto l'effetto degli agenti esterni ed interni.

Il sistema di isolamento termo-acustico in Intercapedine, conosciuto col nome di "muro a cassetta", consta di due pareti dello stesso o di diverso materiale, di differenti dimensioni, separate da una camera d'aria continua al cui interno si pone il materiale isolante; per inciso la parete esterna è realizzata con elementi di maggior spessore e massa. Nel nostro paese questa tecnica di isolamento è la più usata, specialmente nelle nuove costruzioni.

VANTAGGI

I principali vantaggi dell'isolamento in intercapedine nelle pareti perimetrali sono:

» Instaura un minimo di "volano termico" nella parete interna leggera il che garantisce una più rapida messa a regime della temperatura ambientale quando il riscaldamento è intermittente o attenuato;

» garantisce impermeabilità all'aria (quindi al passaggio dei rumori) e all'acqua. Questo perché la parete è realizzata in modo tale da avere un peso medio-alto con all'esterno uno strato di malta, ma il fattore preponderante che rende impermeabile all'acqua la nostra parete è rappresentato dall'intercapedine d'aria;

» migliora il comfort ambientale invernale eliminando la possibilità di condensa superficiale poiché la presenza dell'isolante fa aumentare la temperatura

superficiale della parete interna;

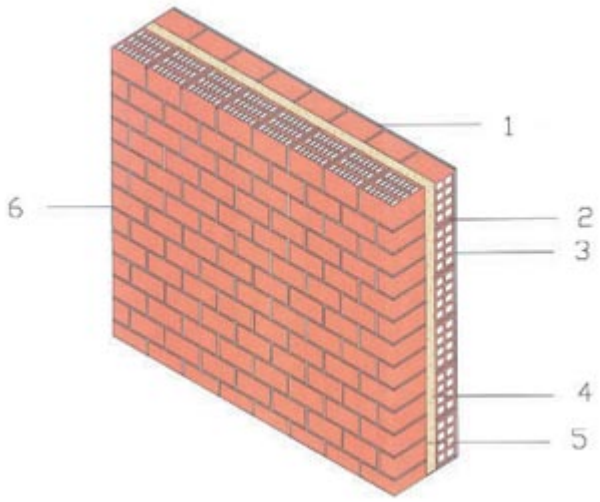
» abbattimento efficace del rumore alle differenti frequenze grazie alla struttura della parete che presenta due strati di chiusura con diversa massa. L'isolante a celle aperte interposto incrementa le prestazioni fonoisolanti della struttura pluristrato.

Intercapedine con laterizio a facciavista

DESCRIZIONE

Parete perimetrale verticale realizzata in elementi forati di laterizio formanti due tavolati paralleli con interposto strato isolante in lana di roccia munito di eventuale freno al vapore. Lo spessore del tavolato esterno è di 12 cm mentre quello interno è di 8 cm.

STRATIGRAFIA DELLA PARETE



1 Rivestimento interno

Tinteggiatura a tempera su intonaco di malta bastarda.

2 Legante

Malta idraulica per muratura.

3 Tavolato interno

Laterizio forato spessore di 8cm e peso non inferiore a 550kg/m3.

4 Strato isolante

Pannello rigido in lana di roccia o in alternativa pannello semirigio in lana di roccia.

5 Legante

Malta adesiva.

6 Tavolato esterno

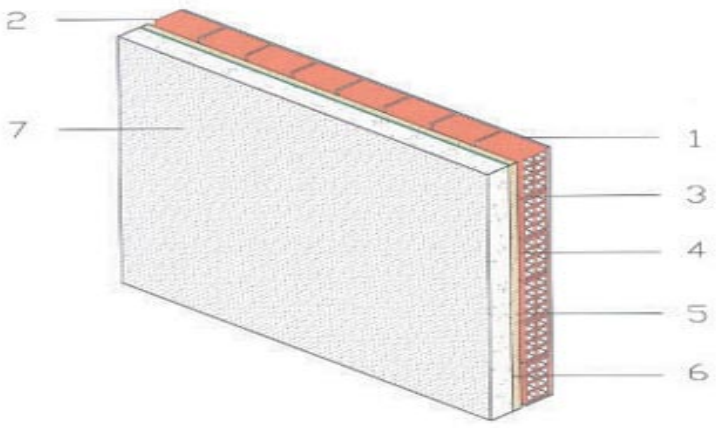
Laterizio semipieno per facciavista di spessore 12cm. e peso compreso tra 1000 e 1600kg/m3.

Intercapedine con pannelli a facciavista

DESCRIZIONE

Parete perimetrale verticale costituita da pannello prefabbricato esterno in conglomerato cementizio armato con finitura a facciavista, controparete in laterizio forato di spessore 8cm e interposto strato isolante in lana di roccia

STRATIGRAFIA DELLA PARETE



1 Rivestimento interno

Malta bastarda e tinteggiatura a tempera.

2 Tavolato interno

Elementi di laterizio forato per murature di peso non inferiore a 500kg/mc. Foratura compresa tra il 55% e il 80%.

3 Legante

Malta idraulica per muratura.

4 Intercapedine

Strato d'aria

5 Strato isolante

Pannello in lana di roccia con superficie rivestita da carta Kraft con funzione di freno vapore.

6 Legante

Malta adesiva.

7 Tavolato esterno

Pannello portante prefabbricato in calcestruzzo a facciavista.

L'isolamento delle pareti divisorie

Il comfort degli ambienti di un edificio è notevolmente influenzato dalle proprietà termiche ed acustiche dei suoi divisori interni.
Nella progettazione ed esecuzione di un appartamento, spesso si dà poca importanza alle funzioni che devono soddisfare i divisori interni.
Una partizione interna deve soddisfare i seguenti requisiti:

- isolamento termico ed acustico, al fine di assicurare un adeguato comfort nelle varie unità abitative;
- resistenza al fuoco e la classe di reazione al fuoco richieste dalle normative vigenti per le varie tipologie edilizie;
- sufficiente resistenza meccanica.

Dal punto di vista prestazionale le soluzioni più ricorrenti di pareti divisorie sono:

1. divisori realizzati in opera con tecniche tradizionali (mattoni forati, blocchi di gesso, ecc.) durante la costruzione dell'edificio o durante la ristrutturazione. In questo caso l'isolamento può essere realizzato in Intercapedine o dall'Esterno.
2. pareti costruite in cantiere con elementi prefabbricati, tipo lastre di gesso rivestite e montate su profili metallici. Questa tipologia è molto utilizzata e si sta già diffondendo nella realizzazione di edifici non residenziali come uffici, scuole, alberghi, ecc…

Parete in cartongesso

DESCRIZIONE

Le pareti in cartongesso sono pareti verticali realizzate con lastre precostituite di gesso rivestito e avvitate su telaio metallico con interposto uno strato di materiale isolante.

Vengono utilizzate in tutta l'edilizia di interni, dal nuovo alla ristrutturazione.

In particolare queste pareti in cartongesso sono ideali per realizzare, nel minor tempo possibile, suddivisioni di grandi ambienti ad uso commerciale ed industriale.

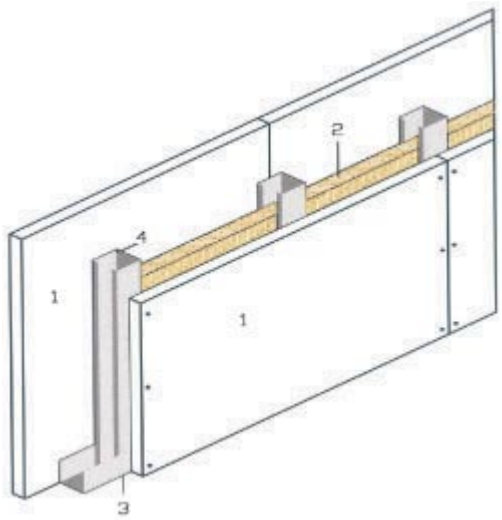
Le pareti in cartongesso sono facili da montare, versatili e flessibili.

Interponendo tra le lastre di cartongesso e i montanti dell'orditura metallica dei pannelli in lana di

roccia, si ottiene una parete contraddistinta per:

- un buon risparmio energetico;
- maggiore sicurezza contro l'incendio;
- protezione da inquinamento acustico.

STRATIGRAFIA DELLA PARETE



1 Elemento di parete

Lastre in cartongesso costituite da elementi piani di gesso rivestititi sulle superfici e sui bordi longitudinali da cartone speciale per migliorarne le caratteristiche meccaniche.

In funzione delle caratteristiche prestazionali della parete vengono realizzate soluzioni in mono o pluristrato con spessori di lastra variabili dai 10mm ai 18mm.

2 Strato isolante

Pannello 211-Pannello 220-Pannello 225 in lana di roccia.

3 Guida

Profilo metallico ad "U" posto in orizzontale.

4 Montante

Profilo metallico a "C" posto in verticale.

POSA IN OPERA

• Prima di posizionare l'orditura metallica che costituisce l'elemento di supporto della parete, tracciare la posizione delle pareti divisorie da eseguire;

• porre il profilo ad "U" in orizzontale sia a pavimento (guida inferiore) che a soffitto (guida superiore) in modo da garantire l'inserimento successivo dei

montanti;

• posizionare l'elemento elastico tra pavimentazione e profilo a "U" orizzontale per evitare la trasmissione di rumori di percussione;

• collocare il profilo a "C" in verticale, coprendo tutta la distanza tra il pavimento e il soffitto meno 1cm. La larghezza del montante deve essere di poco inferiore a quella della guida così da consentire il perfetto assemblaggio degli stessi;

• fissare all'orditura metallica mediante viti, le lastre di cartongesso con il lato maggiore parallelo ai montanti;

• prima di applicare le lastre sulla faccia opposta della parete, inserire il materiale isolante tra i montanti in modo leggermente forzato al fine di ridurre al minimo la presenza di ponti termici ed acustici;

• provvedere alla stuccatura dei giunti e successiva rasatura.

Parete in laterizi

DESCRIZIONE

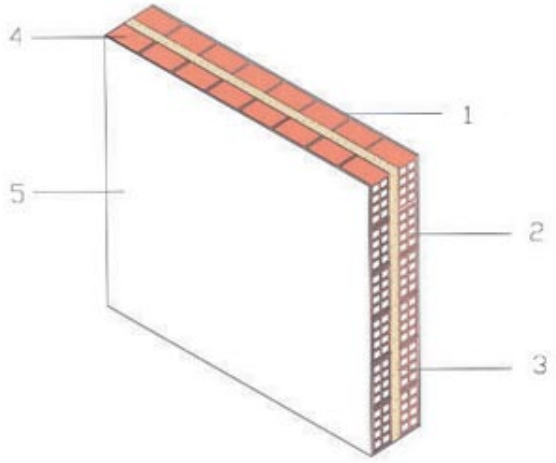
L'isolamento delle pareti divisorie in laterizi è il più usato nei locali adibiti ad abitazione.

Parete interna verticale realizzata in elementi forati di laterizio formanti due tavolati paralleli con interposto strato isolante costituito da pannello rigido o semirigido di lana di roccia. Lo spessore dei tavolati è di 8 cm.

Questo tipo di isolamento è previsto e utilizzato quasi esclusivamente sulle nuove costruzioni.Viene utilizzato nelle pareti divisorie fra gli appartamenti confinanti, o tra appartamento e vano scale o vano ascensore , fermo restando che la parete rivolta al vano servizi è realizzata in calcestruzzo.

Il risultato dell'isolamento è un notevole aumento del comfort termico e acustico con conseguenti risparmi energetici e protezione al rumore.

STRATIGRAFIA DELLA PARETE



1-5 Elemento di parete

Tinteggiatura a tempera su intonaco di malta bastarda.

3 Strato isolante

Pannello rigido 211 - Pannello 226 in lana di roccia.

2-4 Tavolato interno

Elementi forati di laterizio formanti due tavolati paralleli, ognuno dello spessore di 8cm.

Peso del laterizio non inferiore a 550kg/m3 e foratura compresa tra 55% e 80%.

POSA IN OPERA

• Realizzare la parete esterna prima di quella interna;

• fissare sul lato interno della parete esterna i pannelli coibenti mediante punti di malta adesiva;

• costruire il secondo tavolato

Altri inerventi di miglioramento delle qualità termiche di un edificio possono essere:

- coibentazione del tetto
- coibentazione delle pareti esterne
- coibentazione del solaio della cantina
- sostituzione degli infissi
- sostituzione dell'impianto di riscaldamento

4.3 ESEMPI DI APPLICAZIONE

Cos'è una casa energetica

Casa energetica è un termine utilizzato per definire un'unità abitative con alte prestazioni energetiche, grazie a caratteristiche costruttive, tipologiche ed impiantistiche finalizzate al risparmio energetico ed alla riduzione di emissione di CO_2. Esistono diversi esempi esistenti di case con consumi energetici minimi, o addirittura nulli. Essi sono, ad esempio, i modelli Casakyoto e Casa passiva e più in generale i green building.

Fabbisogno energetico

Il fabbisogno energetico di un edifico è la somma dell'energia necessaria per il riscaldamento invernale, il raffrescamento estivo, la ventilazione e l'illuminazione degli ambienti interni. Una *casa energetica* riesce ad assicurare il comfort termico, i ricambi d'aria e la giusta quantità di luce diurna e notturna con un consumo ridotto di energia, nei casi migliori il consumo di energia fossile è pari a zero.

Caratteristiche architettoniche

Le caratteristiche architettoniche di una *casa energetica* sono influenzate dalla latitudine, dal volume costruito e dalla destinazione d'uso. L'orientamento della *casa energetica* è studiato per ottenere la giusta esposizione al sole, al fine di

captarne l'energia termica e la luce. Le dispersioni verso l'esterno vengono controllate anche attraverso la compattezza del volume. Gli aggetti delle falde e l'inclinazione dei tetti sono progettate per evitare l'incidenza dei raggi solari estivi sulle parti trasparenti dell'involucro edilizio, e il conseguente eccessivo surriscaldamento.

Involucro

Nella *casa energetica* l'involucro edilizio è progettato per avere un basso fabbisogno energetico. L'energia scambiata con l'esterno è controllata dal giusto grado di coibentazione delle parti opache e dalla scelta di parti trasparenti ad alte prestazioni.

Impianti

Gli impianti di una *casa energetica* sono progettati per consumare poca energia (alti rendimenti, recupero di calore, ecc). Gli impianti ad energia fossile sono integrati o sostituiti totalmente con impianti ad energia rinnovabile (energia solare, energia geotermica, energia eolica).

Certificazione energetica

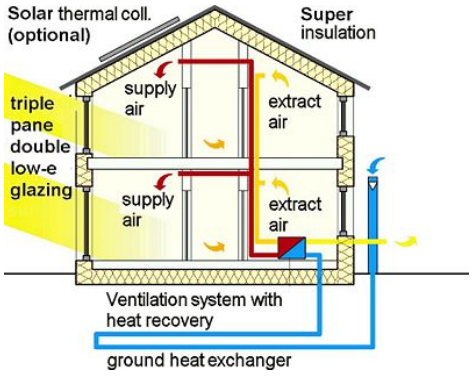
Il dlg.s 192/2005, integrato dal dlg.s 311/2006, ha introdotto in Italia l'*attestato di certificazione energetica*.

Casa passiva e risanamento termotecnico

La **casa passiva** (*Passivhaus* secondo il termine originale di lingua tedesca, *passive house* in lingua inglese) è un'abitazione che assicura il benessere termico senza alcun impianto di riscaldamento "convenzionale", ossia caldaia e termosifoni o sistemi analoghi.

La casa è detta *passiva* perché la somma degli apporti passivi di calore dell'irraggiamento solare trasmessi dalle finestre e il calore generato internamente all'edificio da elettrodomestici e dagli occupanti stessi sono quasi sufficienti a compensare le perdite dell'involucro durante la stagione fredda.

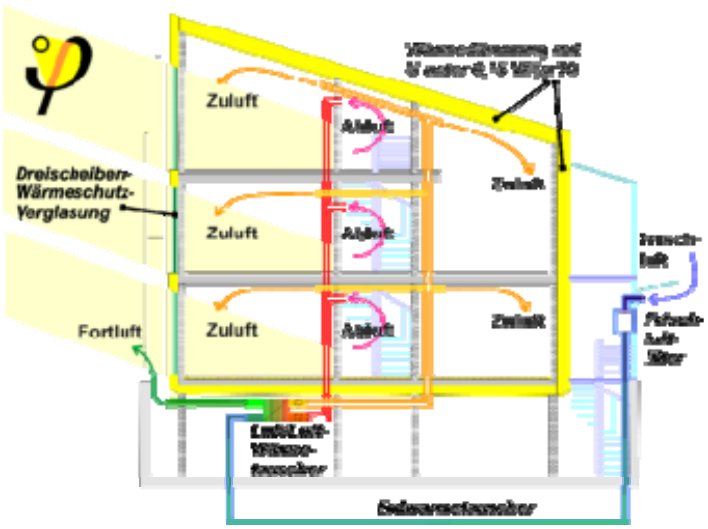
Edifici passivi possono essere realizzati in ogni materiale di costruzione: legno strutturale, mattone, cemento armato.



Bilancio energetico tendente al pareggio

L'energia necessaria a pareggiare il bilancio termico dell'edificio è tipicamente fornita con sistemi non convenzionali (es. pannelli solari o pompa di calore per riscaldare l'aria dell'impianto di ventilazione controllata a recupero energetico).
L'impianto di riscaldamento convenzionale si può eliminare se il fabbisogno energetico della casa è molto basso, convenzionalmente inferiore a 15 kWh al m^2 anno. Queste prestazioni si ottengono con una progettazione molto attenta, specie nei riguardi del sole, con l'adozione di isolamento termico ad altissime prestazioni su murature perimetrali, tetto e superfici vetrate e mediante l'adozione di sistemi di ventilazione controllata a recupero energetico.

Storia delle case passive e requisiti



Nate in Svezia, le case passive sono diffuse principalmente in Germania, Austria ed Olanda e altri paesi nord-europei. Anche in Italia sono ormai tante le esperienze su tutta l'area nazionale. In Austria, a partire dal 2015, la casa passiva sarà lo standard prescritto per tutti gli edifici. Nella regione austriaca del Vorarlberg è obbligatorio già dal 1º gennaio 2007.

L' istituto di case passive tedesco PHI (Darmstadt) considera una costruzione passiva se questa soddisfa i seguenti requisiti (quantitativi):

- fabbisogno energetico utile richiesto per il riscaldamento ≤ 15 kWh/(m²a)
- fabbisogno energetico utile richiesto per il raffrescamento ≤ 15 kWh/(m²a)
- carico termico invernale ≤ 10 W/m²
- carico termico estivo ≤ 10 W/m²
- tenuta all'aria n50 ≤ 0,6/h
- fabbisogno energetico primario di energia ≤ 120 kWh/(m²a)

L'istituto di certificazione case passive in Italia è il TBZ di Bolzano (Günther Gantioler).

Elementi

Testa della qualità

Al fine di costruire una casa passiva occorre prestare maggiore attenzione alla qualità rispetto alla costruzione di una normale casa. Perciò occorre che tutti i componenti previsti per la costruzione di una casa passiva siano appropriati, ad esempio nelle fasi di progettazione, realizzazione e gestione di un green building. Anche il fabbisogno energetico al fine di evitare i ponti termici si puó verificare già durante la fase di progettazione calcolando il bilancio energetico. Durante la fase di costruzione si dovrebbe verificare se ciò che è stato previsto durante la fase di progettazione corrisponda al vero. Il Blower-Door-Test (secondo la UNI EN 13829; il valore n50 ottenuto dal test non deve superare 0.6 h-1) della costruzione grezza (a rustico) verifica che tutti i collegamenti e i componenti siano effettivamente quasi ermetici. Al termine dei lavori per circa 200 EUR il costruttore ottiene (in Germania) da un Ente Certificatore un certificato nel quale la perdita di energia e il guadagno di energia siano ripartite. In Italia esiste il certificato energetico, simile, nei valori che attribuisce, alle classi energetiche degli elettrodomestici, con la classe A (ed A+, in caso di rendimento superiore) ad indicare il massimo risparmio energetico, che decresce al crescere della lettera alfabetica.

Edifici e costruzioni

La perdita di calore attraverso le pareti esterne dell'edificio viene minimizzata attraverso l´impiego di materiali isolanti, la trasmittanza termica (U-value o U-valore) (valori bassi significa bassa dispersione) deve raggiungere il valore di 0,1 sino a 0,15 W/m2K. A causa delle alte temperature delle superfici interne delle pareti esterne (pareti a contatto con l´ambiente) si otterrà anche un piacevole sensazione di comfort. In estate l´efficiente coibentazione permette di avere temperature più basse.

Per evitare che la costruzione subisca deterioramenti o danni, accanto ad un efficiente isolamento è indispensabile che tutte le parti della costruzione siano

ermetiche a tutti i livelli. L'ermeticità interna dell'edificio è facilmente ottenibile durante la fase di costruzione attraverso l'ermeticità dell'involucro edilizio.

Costruzione tradizionale

Nelle costruzioni tradizionali è sufficiente un opportuno strato di intonaco per ottenere l'ermeticità della parete. Per le parti più critiche come finestre e porte esistono prodotti standard come fasce di chiusura ermetica, che realizzano in maniera semplice l'ermeticità. Anche per la realizzazione dell'ermeticità delle prese elettriche esiste un metodo collaudato: praticare l'incavo di 5 mm di diametro e incassare una normale scatola di derivazione con i cavi già cablati, oppure impiegare apposite scatole di derivazione che sono ermetiche facilmente reperibili sul mercato.

Neanche per le *costruzioni leggere* come ad esempio le case in legno strutturale l'ermeticità si rivela un problema. In questo case si impiegano assi in legno, fogli o pellicole rinforzate.

In ogni caso le giunzioni delle pareti (es. i cavi per l'illuminazione esterna) devono immediatamente essere chiuse ermeticamente. L'ermeticità permette anche una migliore utilizzabilità nel caso dei magazzini.

Attraverso una attenta realizzazione dell'involucro edilizio si possono completamente evitare i possibile deterioramenti o danni derivanti dalla condensa e dalla formazione di muffe.

Gli impianti

In una casa passiva in genere non viene utilizzato un impianto di riscaldamento tradizionale. Esiste almeno una fonte di calore, e la distribuzione del calore avviene nella maggior parte dei casi attraverso un sistema di ventilazione controllata con scambiatori a flusso incrociato che recuperano l'80% del calore dell'aria in uscita. I termosifoni e le superfici irradianti non sono necessari,

anche se il loro utilizzo è ammesso: in tal caso possono essere di dimensioni ridotte.

Sistema di ventilazione

Per realizzare l'indispensabile cambio d'aria dovuto a ragioni igieniche e al medesimo tempo perdere il minor quantitativo possibile di energia, è previsto un impianto di ventilazione con recupero di calore alimentato con motore ad alta efficienza (potenza richiesta nell'ordine dei 40W). L'aria calda in uscita (dalla cucina, dal bagno e dal WC) viene convogliata verso uno scambiatore a flusso, dove l'aria fredda in ingresso riceverà dall´80% sino al 90% del calore. L´aria di alimentazione viene così riconvogliata verso la casa (soggiorno e camere da letto).

Il flusso d'aria esterno prima di raggiungere lo scambiatore di calore in alcuni edifici è convogliato attraverso un pompa di calore geotermica. Tipicamente le tubazioni hanno le seguenti caratteristiche: ≈20cm di diametro, ≈40 m di lunghezza e una profondità di ≈1.5 m.

L'impianto di ventilazione è posato in modo tale che nessuna corrente d'aria risulta percepibile. Questo permette in maniera facile di avere un flusso d'aria d'alimentazione ridotto (è sufficiente un po' d'aria fresca in ingresso, l'impianto di aria condizionata non è necessario).

Un impianto di ventilazione è indispensabile in una casa passiva, poiché se si utilizzasse l'aerazione attraverso le finestre il desiderato risparmio energetico insieme con la qualità dell´aria non sarebbe mai possibile. Gli impianti di ventilazione delle case passive sono silenziosi e altamente efficienti (dal 75% al 95% del calore recuperato). Questi impianti necessitano di poca energia elettrica (circa 40-50 Watt) anche se possono causare il problema dell'aria troppo secca. Questo problema si manifesta quando il ricambio dell'aria non è stato correttamente dimensionato.

Pompa di calore

Il rimanente piccolo fabbisogno energetico può essere prodotto per esempio con una piccola pompa di calore. Esistono impianti aggregati (*Packaged building services units* in inglese, *Kompaktaggregate* in tedesco), i quali sono una combinazione di un impianto di ventilazione ed una pompa di calore.

In questo modo è possibile riscaldare nuovamente l' "aria di alimentazione" necessaria per il riscaldamento. La stessa pompa di calore potrebbe riscaldare anche l´acqua. Come per tutti gli impianti di riscaldamento anche in una casa passiva la pompa di calore va opportunamente dimensionata. Una combinazione di riscaldamento, impianto di ventilazione, impianto per l´acqua calda è offerto da impianti compatti. Essi necessitano di una superficie di ingombro ridotta e una consumano una modesta quantità di energia elettrica.

Caldaia a pallet

Una caldaia a pallet con un collettore d'acqua può produrre la rimanente quantità d'energia necessaria; una stufa può bastare per un'intera villetta. Stufe tradizionali hanno persino delle prestazioni troppo elevate in rapporto alle necessità. L'irradiazione d'aria non deve essere eccessiva (max 20%), in modo che il locale caldaia non venga riscaldato inutilmente. Pur essendo una fonte di energia rinnovabile, come prodotto del legno, i pellet sono però esposti alle eventuali speculazioni del mercato; a questo proposito, il prezzo dei pellet in Italia è raddoppiato dal 2005 al 2006.

Impianto ad energia solare

Un impianto ad energia solare può essere utilizzato sia per scaldare l'acqua che come compendio al sistema di riscaldamento.

UF 5 MATERIALI ISOLANTI PER IL RISANAMENTO TERMOTECNICO PER CATEGORIE DI ELEMENTI COSTRUTTIVI

5.1 I MATERIALI ISOLANTI

Gli interventi per ridurre le dispersioni in edifici esistenti tendono ad aumentare la resistenza al passaggio del calore attraverso l'involucro e quindi a diminuire la trasmittanza delle diverse strutture con l'inserimento di uno o più strati di isolanti.

La scelta dei materiali da utilizzare e la determinazione dei relativi spessori vengono effettuate in modo da rispettare i vincoli proposti dalle norme di legge e sulla base di precise valutazioni tecnico-economiche.

La legge 10/91 individua dei parametri e dei criteri che determinano in prima approssimazione la convenienza di interventi volti al risparmio energetico; vengono ad esempio considerati convenienti, e quindi finanziabili, quegli interventi che consentono un risparmio energetico, riferito al singolo componente, non inferiore al 20%.

A parità di salto di temperatura, il flusso termico è direttamente proporzionale alla trasmittanza dell'elemento considerato e si può pertanto ritenere che una riduzione del consumo energetico non inferiore al 20% comporti una pari riduzione della trasmittanza della struttura o meglio ad un corrispondente aumento della resistenza.

Lana di vetro

E'uno dei materiali più diffusi e di più facile impiego, specialmente fra i cultori del fai da te. Viene ottenuta a partire dagli stessi componenti minerali che vengono usati per la produzione del vetro che vengono fusi e fatti passare allo stato liquido attraverso una filiera da cui escono le fibre di vetro.

Il prodotto così ottenuto viene successivamente sottoposto a vari tipi di lavorazioni complementari quali la feltratura con resine organiche polimerizzate, l'accoppiamento con supporti di svariata natura, il confezionamento.
Gli impieghi consigliati sono fra i più svariati e dipendono in gran parte dalla densità. I prodotti a bassa densità (feltri, materassini) vanno bene per impieghi poco gravosi (isolamento di solai non calpestabili, all'intradosso delle coperture a falde o sotto il tavolato).
Da evitare assolutamente la posa in opera sotto caldana in calcestruzzo, in pavimentazioni calpestabili oppure negli isolamenti in intercapedine.
Se scelto in lastre ad alta densità, può essere impiegato in quasi tutte le applicazioni; occorre comunque fare attenzione per coibentazioni sottoposte a sollecitazioni meccaniche gravose o a pericoli di infiltrazioni di acqua (la lana di vetro teme molto la presenza di acqua o la possibilità di condensa al suo interno).
La conduttività termica varia da 0,038 W/m K per densità di 100 kg/m^3 a 0,053 W/m K per 10 kg/m^3.

Argilla espansa

Questo materiale è diventato comunissimo grazie ai numerosi impieghi nei campi più disparati. Viene ottenuta in diverse granulometrie dalla cottura a circa 1200 °C di particolari tipi di argilla che a quella temperatura si gonfiano e assumono la forma di tante piccole sferette. L'evaporazione di particolari gas contenuti all'interno conferisce alle palline una struttura rigida all'esterno e porosa all'interno.
Sciolta o leggermente imboiaccata, viene utilizzata per sottopavimenti, coibentazione di solai, zavorra per coperture piane; in blocchi, per murature portanti ed isolanti; in conglomerato cementizio per calcestruzzi strutturali. Naturalmente per ottenere un efficace isolamento termico si devono mettere in opera spessori adeguati, da due a quattro volte rispetto a quelli necessari con lastre isolanti vere e proprie.

Il materiale base, la pallina di argilla espansa, può essere utilizzata in svariate maniere. In forma sfusa presenta una conduttività da 0,09 a 0,12 W/m K per densità da 280 a 450 kg/m^3 mentre i calcestruzzi di argilla espansa hanno una conduttività variabile da 0,16 a 0,75 W/m K per densità da 500 a 1700 kg/m^3.
Nei blocchi prefabbricati di argilla espansa, la conduttività varia fortemente, oltre che con la densità del materiale, anche con la forma del blocco e delle intercapedini di alleggerimento.

Vermiculite

Viene ricavata con un procedimento simile a quello dell'argilla espansa, riscaldando la materia prima, un materiale di silicato di alluminio e magnesio idrato, alla temperatura intorno ai 1000 °C; si provoca così l'espulsione dell'acqua presente nel minerale e l'ottenimento di caratteristici granuli a forma di piccole fisarmoniche.
Il materiale così ottenuto può essere usato sciolto o come inerte per manufatti vari.
La vermiculite sfusa viene utilizzata per riempire murature ad intercapedine esistenti adoperando una apposita macchina per insufflaggio.
In conglomerato cementizio viene invece utilizzata per la realizzazione di massetti, pavimenti e superfici praticabili in genere, intonaci esterni isolanti in miscele già predisposte.
Per materiale sfuso in granuli da 1 a 12 mm, la conduttività è pari a 0,077 W/mK; per calcestruzzi di vermiculite la conduttività varia da 0,13 a 0,15 W/m K per densità variabile da 250 a 400 kg/m^3.

Sughero

Il sughero impiegato come isolante termico viene prodotto a partire dalla corteccia della omonima quercia; il prodotto grezzo viene frantumato e

macinato, selezionato e depurato da scorie e successivamente riscaldato a 400 °C.

A questa temperatura i granuli di sughero si saldano fra di loro grazie alla espulsione della resina contenuta nei granuli stessi.

La produzione del sughero può comprendere fogli sottili per impieghi fonoisolanti, lastre rigide e materiale granulare sciolto.

Il sughero può essere impiegato in tutte le situazioni in cui l'isolante è protetto dalla presenza di acqua, in tutte le situazioni in cui sia richiesto anche l'isolamento acustico e nelle applicazioni soggette ad elevati carichi.

La conduttività termica varia da 0,043 W/m K per densità di 90 kg/m^3 a 0,095 W/m K per 200 kg/m^3.

Fibre di legno mineralizzate

Si tratta di prodotti caratterizzati da un discreto potere isolante costituiti dall'unione di fibre di legno trattate e da un legante che normalmente è cemento.

Si ottengono, come risultato finale, delle lastre rigide di vario spessore e con caratteristiche interessanti.

I pannelli di fibre vegetali mineralizzate presentano, oltre a discrete caratteristiche di isolamento termico, ottime prestazioni di tipo meccanico, di resistenza al fuoco e di assorbimento acustico. Trovano perciò largo impiego come componenti per le controsoffittature, nelle coperture al posto del tradizionale tavolato, come cassaforma a perdere nei muri di elevazione.

La conduttività varia da 0,085 a 0,11 W/m K per densità rispettivamente da 300 a 500 kg/m^3.

Polistirene espanso

Conosciuto più comunemente con il nome di Polistirolo, è forse l'isolante più conosciuto ed anche quello più discusso per via di presunte "sublimazioni" (passaggio dallo stato solido a quello gassoso) del materiale.

Questa cattiva fama, che intendiamo subito smentire, è dovuta probabilmente all'impiego di prodotto di qualità scadente e di bassa densità per impieghi che invece avrebbero richiesto una densità più elevata. La realtà sul polistirene espanso è invece che, usato negli impieghi idonei e con la sicurezza di qualità garantita, rappresenta un materiale versatile, di durata illimitata e di costo contenuto.

Il polistirene espanso è un prodotto derivato dal petrolio e si ottiene con diversi procedimenti di lavorazione a partire dalla materia prima costituita dai granuli di polistirolo. Essi vengono fatti espandere a caldo formando delle perle le quali, confiandosi, si saldano le une alle altre, costituendo la classica struttura del materiale.

Partendo sempre dallo stesso materiale base, i granuli, attraverso il procedimento di estrusione, viene prodotto un tipo di polistirene particolare, l'estruso appunto, che per le sue caratteristiche del tutto particolari verrà trattato a parte.

Il polistirene espanso può presentarsi commercialmente sotto forma di lastre tagliate da blocchi o lastre preformate, stampate con pellicola superficiale.

Le perle di polistirene sciolte sono impiegate anche come componente di calcestruzzi ed intonaci alleggeriti ed isolanti.

Il polistirene espanso può essere impiegato per quasi tutti i lavori di coibentazione. E'particolarmente indicato per la realizzazione dei cappotti esterni dove risulta il materiale più idoneo e più diffuso. Da evitare soltanto gli isolamenti in condizioni non protette (raggi ultravioletti), di forte sollecitazione meccanica e di temperature elevate di lavoro.

La conduttività del polistirene espanso può variare notevolmente, oltre che con la densità, anche con il processo di produzione e quindi con la qualità.

Per il polistirene espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi, la conduttività varia da 0,045 W/m K, per una densità pari a 15 kg/m^3, a 0,039 W/m K per una densità pari a 35 kg/m^3.
Per il polistirene espanso in lastre stampate per termocompressione, la conduttività varia da 0,040 W/m K, per una densità pari a 20 kg/m^3, a 0,039 W/m K per una densità pari a 30 kg/m^3.

Polistirene espanso estruso

Viene ricavato dalla stessa materia prima impiegata per la produzione del polistirene espanso ma subisce un processo particolare di lavorazione, la estrusione, che gli conferisce caratteristiche decisamente interessanti e ne fa uno dei materiali isolanti di maggiore pregio qualitativo.
La massa del materiale, infatti risulta formata da minutissime celle perfettamente chiuse e non comunicanti che permettono alle lastre una eccellente tenuta all'acqua. Per contro, rispetto all'espanso, il polistirene estruso ha un costo decisamente più elavato.
Viene commercializzato essenzialmente in due versioni: con pelle superficiale di estrusione e senza pelle; il primo si comporta ancora meglio in presenza di acqua.
Il polistirene estruso è insostituibile in tutti gli impieghi in cui l'isolante è permanentemente o per lunga durata a contatto con acqua o umidità; in primo luogo, quindi, la soluzione dell'isolamento rovescio delle coperture piane, l'isolamento dall'esterno delle pareti controterra, ecc.
Naturalmente può essere impiegato vantaggiosamente anche per tutti quei lavori già citati per il polistirene espanso rispetto al quale ha però un costo decisamente più elevato.
Per le due classi di conduttività diffuse, il 30 kg/m^3 e il 50 kg/m^3 la conduttività vale rispettivamente 0,041 e 0,034 W/m K.

Poliuretano espanso

E'uno dei materiali isolanti più noti per via del suo elevato potere coibente. Il materiale viene prodotto mediante iniezione di componeti a rapida espansione fra i vari rivestimenti (carta bitumata, velovetro, ecc.) adatti all'impiego finale dell'isolante, fino a formare delle lastre piane di vario spessore.

Il poliuretano può venire altresì messo in opera direttamente sul posto di applicazione con tecnica dello spruzzaggio.

Il poliuretano è un ottimo isolante se usato correttamente per gli impieghi consigliati. Da evitare contatto ed esposizione ai raggi ultravioletti (luce) e all'acqua. Sono consigliati quindi tutti gli impieghi in cui l'isolante risulta protetto, come gli isolamenti di murature a doppia fodera, gli isolamenti di pavimenti e di solette, le coibentazioni di solai sotto una impermeabilizzazione a prova di qualsiasi infiltrazione e di formazione di condensa.

La conduttività termica delle lastre espanse in continuo è pari a circa 0,029 W/m K, con densità compresa tra 30 e 40 kg/m^3.

5.2 MATERIALI ISOLANTI PER BIOEDILIZIA

La produzione, l'applicazione, le caratteristiche, proprietà e le considerazioni sull'aspetto ecologico, sanitario, sui diversi prodotti impiegabili.

Di fatto tutti i materiali isolanti comuni hanno una loro giustificazione per campi di applicazione specifici.

Nella costruzione di un edificio vengono utilizzati per lo più diversi materiali a seconda dello scopo di destinazione.

La scelta dei singoli materiali dipende strettamente dall'uso per cui sono destinati, dal tipo di costruzione e infine dalle preferenze di committenti e progettisti, ecc…

Per semplificare la scelta, nei seguenti paragrafi vengono illustrati senza esprimere alcun giudizio i materiali isolanti più comuni..
Al paragrafo dedicato alla Produzione vengono indicate le materie prime impiegate per realizzare il materiale trattato, la relativa disponibilità ed una descrizione sommaria del processo di fabbricazione.
Il titolo Applicazione tratta i campi di applicazione per cui il materiale risulta particolarmente idoneo.
Al punto Caratteristiche e proprietà vengono specificate le proprietà isolanti, la capacita di diffusione del vapore acqueo, gli aspetti relativi alla resistenza e le peculiarità tipiche del materiale. La parte dedicata alle Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario contempla alcune riflessioni sulle materie prime utilizzate e le problematiche correlate con la relativa preparazione, sul dispendio di energia necessario per la produzione, trasporto, e sugli effetti provocati sulla salute.

Spesso si cerca di stilare un bilancio generale o un cosiddetto bilancio ecologico dei materiali isolanti.
Purtroppo però la compilazione univoca di un bilancio ecologico, ovvero una catalogazione ecologica sommaria dei materiali isolanti, è praticamente impossibile, in quanto gli effetti esercitati sull'ambiente sono troppo differenti e quindi difficilmente confrontabili.

Al momento della scelta è opportuno raffrontare gli effetti ecologici fondamentali, tra cui vi sono anche il dispendio di energia primaria per la produzione e/o estrazione delle materie prime, la fabbricazione del prodotto, il trasporto e il montaggio.
Ulteriore difficoltà proviene dal fatto che in letteratura un medesimo materiale appare spesso non solo denominato ma persino definito da grandezze fisiche diverse; cio' e' da ricondurre al fatto che la produzione e' ripartita tra molteplici produttori i cui manufatti si differenziano per caratteristiche ed anche tipologia di applicazione.

Pertanto i valori riportati sono da considerarsi indicazioni generali suscettibili di oscillazioni e variazioni.

Anche se le fonti produttive sono parte in causa, costituiscono sempre la migliore fonte di notizie, per cui la completezza di informazione appare come uno dei principali criteri che contraddistingue la serieta' del produttore.

ISOLANTI INORGANICI SINTETICI

- **Vetro cellulare**
- **Lana di vetro**
- **Lana di roccia**
- **Silicato di calcio**
- **Isolante minerale**

ISOLANTI INORGANICI NATURALI

- **Argilla espansa**
- **Perlite espansa**
- **Vermiculite espansa**
- **Pomice**

ISOLANTI ORGANICI SINTETICI

- **Polistirene espanso (EPS)**
- **Polistirene estruso (XPS)**
- **Poliuretano**
- **Polietilene**

ISOLANTI ORGANICI NATURALI

- **Sughero**
- **Fibre di cellulosa**
- **Fibra di cocco**
- **Canapa**
- **Lino**
- **Cotone**
- **Cannicciato**
- **Paglia**

- **Trucioli**
- **Pannelli in fibra di legno**
- **Legno mineralizzato**

ISOLANTI ORGANICI NATURALI

- **Lana di pecora**

Pannelli di minerale espanso

Produzione

I pannelli di minerale espanso vengono prodotti con idrato di calcio, cemento e sabbia quarzosa, quindi con materie prime minerali. Un enzima naturale funge

da agente schiumogeno. Le materie prime vengono dapprima mescolate, poi impastate con acqua ed infine fatte espandere a pressione negli stampi. I blocchi di materiale minerale espanso vengono tagliati e fatti indurire in autoclavei. In una fase successiva i blocchi vengono tagliati nei formati necessari e fatti essiccare. Il dispendio di energia durante la produzione è piuttosto elevato.

Applicazione

I pannelli in minerale espanso trovano applicazione prevalentemente nelle facciate come elementi di un sistema compound termoisolante.

Considerazoni sull'aspetto ecologico e sanitario

I pannelli sono relativamente leggeri, ciononostante presentano una stabilità di forma e una resistenza alla pressione, sono aperti alla diffusione μ=5 e non infiammabili. Le proprietà termoisolanti sono un po' più basse rispetto a quelle dei materiali isolanti standard (coefficiente ? =0,045 W/mK).

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

Come per il polistirolo espanso anche nei pannelli in materiale minerale espanso influsso della produzione sull'effetto serra è alto. Per quanto riguarda invece gli altri effetti potenziali (acidificazione, eutrofizzazione e formazione dell'ozono) il pannello in minerale espanso è in parte migliore rispetto al polistirolo espanso e sicuramente molto migliore rispetto ai sistemi isolanti basati sulla lana minerale, I pannelli non contengono fibre e quindi non comportano alcun rischio per la salute umana. I resti dei pannelli in minerale espanso vengono utilizzati come materiale riciclato per la produzione di altri materiali come l'arenaria calcarea e intonaci isolanti. Dal punto di vista odierno considerata la composizione minerale del materiale è possibile pensare ad un ulteriore utilizzo alla fine del ciclo di vita.

Isolamento sottovuoto

Produzione

L'isolamento sottovuoto è costituto da pannelli isolanti evacuati composti da acido silicio macroporoso rivestito con una pellicola di plastica metallizzata che consente di mantenere il sottovuoto. La conduttività termica di questi pannelli (? =0,0042 W/mK) è circa un decimo di quella dei materiali isolanti convenzionali ? =0,04 W/mK. Questo significa che un pannello sottovuoto di

uno spessore di 2 cm produce a stessa azione isolante di un pannello in polistirolo di 20 cm di spessore.

Applicazione

I pannelli isolanti sottovuoto vengono utilizzati prevalentemente per garantire un isolamento termico ottimale quando si devono utilizzare degli elementi strutturali poco spessi e quando possono essere installati in maniera tale da non subire danneggiamenti.

Caratteristiche e proprietà

Il prodotto va lavorato con cura per non distruggere la pellicola protettiva ed evitare che venga meno i sottovuoto, dato che altrimenti aumenta la conduttività termica. Anche in questo caso, comunque, i produttori garantiscono una conduttività termica massima di ? = 0,02 W/mK. Dato che i pannelli isolanti non possono essere tagliati in loco vengono prodotti in qualsiasi formato richiesto. La produzione di pannelli isolanti sottovuoto ammette delle tolleranze dimensionali minime 1± 1 mm) al fine di evitare le fughe nelle giunzioni d pannelli provocando un aumento della conduttività termica. A questo proposito dei test hanno rilevato che in caso di utilizzo di fogli di alluminio accoppiati o di buone pellicole ad alta barriera vaporizzate con alluminio si può prevedere un aumento della pressione di 1-2 mbar, vale a dire un aumento della conduttività termica dal valore iniziale di ? =0,OO4 ad un valore di ? =0,007 W/mK dopo 50 anni. Questo risultato sarebbe assolutamente soddisfacente per il settore dell'edilizia, attualmente mancano tutta via ancora dei dati empirici sul lungo termine.

UF 6 FONDAMENTI DI CONDUCIBILITA' TERMICA DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

TRASMISSIONE DEL CALORE

Fonte: Facoltà di Ingegneria – Università degli studi di Parma, Prof.Angelo Farina

- Introduzione
- Modalità di scambio termico
- Equivalente termico della legge di Ohm
- Conduzione e relazioni fondamentali che lo regolano:
  - Legge di Fourier
  - Equazione di Fourier

Introduzione

Lo studio dei fenomeni di trasmissione del calore riguarda tutti quei processi fisici nei quali una certa quantità di energia termica è trasferita da un sistema ad un altro a causa di una differenza di temperatura.

Tali processi avvengono in accordo con i principi della termodinamica: quindi per il primo principio, l'energia termica ceduta da un sistema deve essere uguale a quella ricevuta dall'altro e il calore, come afferma il secondo principio, passa dal corpo più caldo a quello più freddo. Tuttavia tra termodinamica e trasmissione del calore c'è una fondamentale differenza. Infatti in ambito termodinamico è irrilevante il tempo necessario affinché un dato processo sia ultimato, in quanto ora, l'oggetto di studio della termodinamica sono i sistemi in equilibrio e le grandezze fisiche in gioco sono considerate indipendenti dal tempo. Nella trasmissione del calore, chiamata anche Termocinetica, ciò che conta è la rapidità in cui avviene il processo di scambio termico. Riveste quindi notevole importanza la quantità di calore scambiata nell'unità di tempo che

prende il nome di potenza termica. Essa viene indicata con il simbolo $\dot{Q}$ e poiché è una potenza, nel sistema internazionale si misura in watt.

Riassumendo, lo scopo della Termocinetica è studiare la velocità di scambio del calore invece della quantità assoluta trasferita in un tempo infinito, come avviene in Termodinamica.

Modalità di scambio termico

La trasmissione del calore avviene spontaneamente solo da un corpo caldo ad un corpo freddo, fino a che i due corpi raggiungono la stessa temperatura, detta di equilibrio termico. Il corpo caldo comunica a quello freddo parte della sua energia termica intensificandone l'agitazione molecolare. La propagazione del calore può avvenire per *conduzione*, *convezione* o per *irraggiamento*.

Conduzione

Il trasferimento per *conduzione* avviene tra corpi che sono a contatto, o tra parti di uno stesso corpo che si trovano a temperature diverse. Esso è causato dal trasferimento di energia cinetica da una molecola a quella adiacente che possiede una velocità di vibrazione minore. Poiché la velocità di vibrazione delle particelle è direttamente proporzionale alla temperatura, il corpo caldo cede energia a quello freddo, aumentandone la temperatura, finché non è raggiunto l'equilibrio termico. Prendiamo ad esempio, come indicato in figura 1a, due corpi a temperature diverse. Una volta posti in contatto, per conduzione il calore fluisce dal corpo più caldo a quello più freddo, finché essi raggiungono una temperatura d'equilibrio.

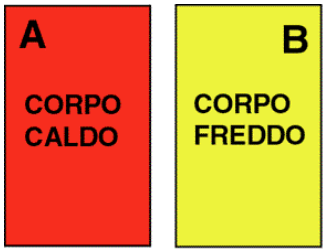


Fig.1a

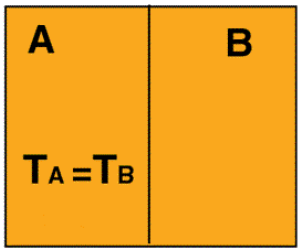


Fig.1b

Convezione

La *convezione* ha luogo quando uno dei due corpi interessati dallo scambio termico è un fluido, e la trasmissione del calore può essere associata ad un trasferimento di materia. In un fluido a temperatura non uniforme, per effetto combinato di un campo di temperatura e di velocità, si determina una distribuzione dei valori di densità variabile da punto a punto, conseguenza dei fenomeni di dilatazione termica. In questi casi le forze gravitazionali provocano continui movimenti delle particelle del fluido, con conseguente miscelazione, favorendo pertanto la trasmissione del calore dalle particelle più calde a quelle più fredde. Questo fenomeno prende il nome di *convezione naturale*. Quando invece i movimenti delle particelle del fluido sono imposti essenzialmente da cause meccaniche (una pompa, nel caso di circolazione dell'acqua, o semplicemente l'azione del vento), il fenomeno prende il nome di *convezione forzata.* Ad esempio si ha convezione quando tra due corpi circola un fluido intermedio (detto fluido termovettore), che si riscalda per conduzione a contatto con il corpo caldo, e poi cede il calore quando viene a contatto con il corpo freddo. In entrambi i casi, la quantità di calore scambiata è proporzionale alla differenza di temperatura.

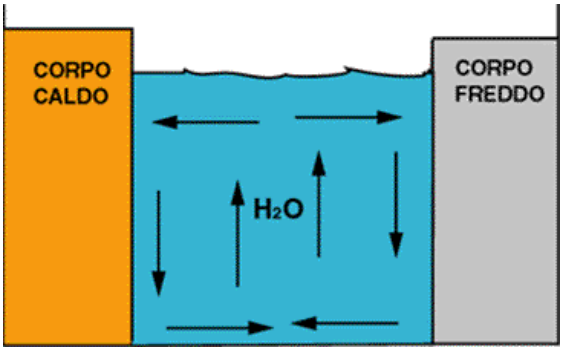


Fig. 2 moto molecolare nel mezzo convettivo (in questo caso acqua)

Irraggiamento

Nell'irraggiamento il calore viene scambiato mediante emissione e assorbimento di radiazione elettromagnetica. Il calore così scambiato aumenta molto rapidamente con la differenza di temperatura.

A differenza delle altre due modalità di scambio termico, l'irraggiamento non richiede la presenza di un mezzo perché vi sia trasmissione di energia. La radiazione elettromagnetica che opera da "trasmettitore"di calore, è generata dall'eccitazione termica della superficie del corpo, a sua volta causata dallo stato energetico degli atomi che la costituiscono, ed è emessa in tutte le direzioni.

Quindi in questo caso il corpo avente temperatura maggiore emette radiazioni elettromagnetiche che vengono assorbite dal corpo più freddo, come si vede in figura 3 (nella figura sono rappresentate soltanto le radiazioni termiche che investono il corpo freddo).

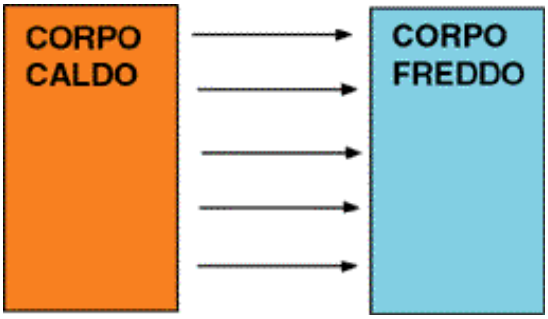


Fig. 3

Processi di trasferimento di calore combinati

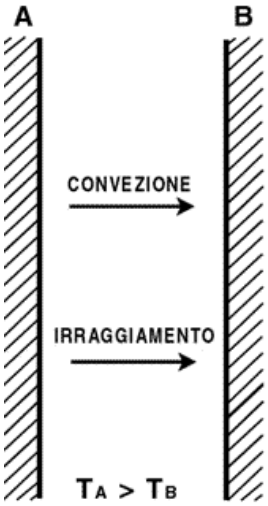
La conduzione è il solo metodo di trasmissione nei solidi, mentre nei liquidi è sempre accompagnata dalla convezione. Nei fluidi trasparenti il trasporto del calore avviene tramite irraggiamento e convezione, mentre nei fluidi densi l'irraggiamento è accompagnato dalla conduzione.

A seconda della natura dei corpi in gioco nel fenomeno di trasmissione del calore, assume un ruolo predominante una modalità rispetto alle altre, oppure il calore viene trasferito grazie all'azione combinata di due o di tutte e tre le modalità. Questo è causato dalle caratteristiche fisiche, ad esempio dalla densità del corpo oppure se questo è più o meno trasparente. Ad esempio il calore, dissipato attraverso le pareti interne di un edificio verso l'ambiente esterno, attraversa per conduzione i vari strati che costituiscono la parete e per convezione e irraggiamento gli spazi tra i mattoni occupati dall'aria. Una volta che il calore ha raggiunto l'ambiente esterno, esso è dissipato tramite convezione e irraggiamento. In un forno metallurgico, un metallo che viene portato ad un'alta temperatura, è soggetto all'azione combinata delle tre modalità. Il calore viene trasferito per conduzione attraverso la parte dell'oggetto che è a contatto con la superficie del forno, mentre le altre zone del metallo sono riscaldate per conduzione ed irraggiamento. Si nota che i tre meccanismi agiscono come se fossero in serie e in parallelo, e questa loro combinazione fornisce l'energia termica totale trasferita da un sistema all'altro.

Consideriamo, come mostrato in figura 4a, due corpi A e B a temperature diverse in una stanza contenente aria. Dal principio zero della termodinamica sappiamo che il calore passa spontaneamente dal corpo più caldo a quello freddo fino a che entrambi non hanno raggiunto la stessa temperatura. Il calore in questo caso è scambiato per convezione ed irraggiamento. Se fosse creato il vuoto nella stanza allora si avrebbe solo il fenomeno dell'irraggiamento, e di conseguenza sarebbe scambiata tra i due corpi una quantità minore di calore. Dopo un certo tempo, la potenza termica totale è data dalla somma della potenza scambiata per convezione e per irraggiamento:

$$\dot{Q}_{TOTALE} = \dot{Q}_{CONVEZIONE} + \dot{Q}_{IRRAGGIAMENTO} \qquad (1)$$

I due meccanismi di trasmissione agiscono in parallelo. Si può stabilire una analogia con i circuiti elettrici, e di conseguenza il fenomeno può essere descritto dal circuito in figura 4b.



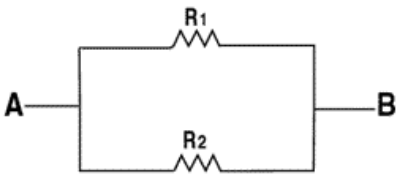


Fig.4a *Fig.4b*

Il flusso di corrente che circola nelle due resistenze R_1 e R_2, che indicano rispettivamente le resistenze di convezione ed irraggiamento, si comporta in maniera del tutto analoga alla quantità di calore che fluisce per un certo

periodo tra i due corpi a causa della convezione e l'irraggiamento. Infatti il flusso di corrente totale è dato dalla somma delle correnti che circolano nelle due resistenze, cosi come la potenza termica totale era data dalla somma delle potenze termiche scambiate dai singoli meccanismi di trasmissione: vedi equazione (1).

Ci sono altri casi in cui lo scambio termico può essere accostato ad un circuito elettrico avente resistenze in serie. Consideriamo a tale proposito una parete costituita da tre strati di materiale differente aventi le due superfici parallele A e B a temperature diverse, come mostrato in figura 5a.

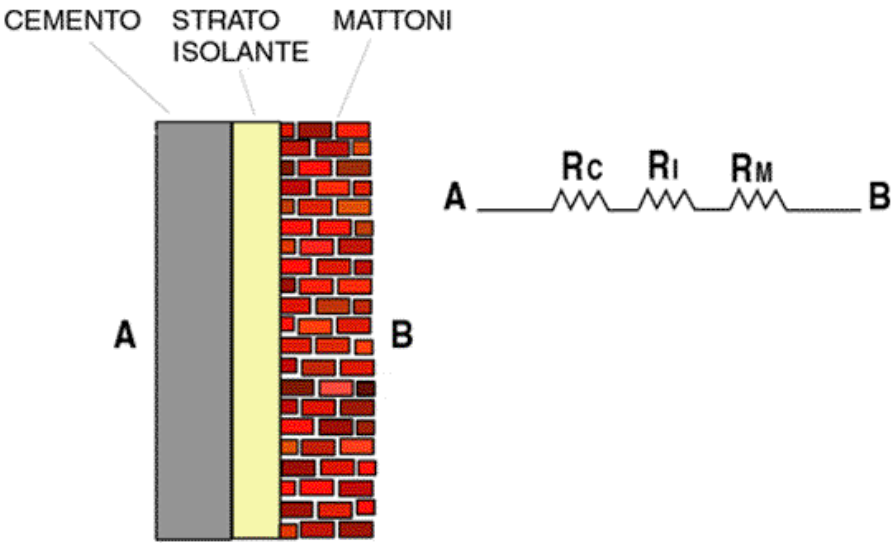


Fig. 5a (parete edile) *Fig.5b*

Il calore, che è scambiato unicamente per conduzione, fluisce dalla parete A alla B ($T_A > T_B$), e durante il suo cammino incontra tre materiali diversi. In questo caso non si ha un unico fenomeno di conduzione ma se ne hanno tre, uno per ogni materiale incontrato.

Per analogia possiamo considerare i tre strati come tre resistenze poste in serie (figura 5b), in quanto la potenza termica totale non è la somma delle tre singole potenze ma segue la relazione:

$$\frac{1}{\dot{Q}_{TOTALE}} = \frac{1}{\dot{Q}_C} + \frac{1}{\dot{Q}_I} + \frac{1}{Q_M} \qquad (2)$$

dove $\dot{Q}_C$, $\dot{Q}_I$, e $\dot{Q}_M$ sono le potenze termiche trasmesse per conduzione rispettivamente attraverso il cemento, lo strato isolante e i mattoni.

Come si nota dalla (2) la potenza termica totale trasferita è minore di quella che fluirebbe singolarmente in ciascun materiale. I muri delle abitazioni sono costituti da più strati proprio per minimizzare il calore disperso attraverso essi.
Se al posto delle potenze termiche sostituiamo delle correnti, ciò che si ottiene è la corrente totale che scorre in un circuito costituto da tre resistenze in serie.

Equivalente termico della legge di Ohm

Le considerazioni sulle analogie tra i fenomeni di scambio di calore circuiti elettrici, e in particolare l'esatta corrispondenza tra potenza termica e corrente elettrica, sono del tutto confermate dall'esistenza di una legge fisica chiamata equivalente termico della Legge di Ohm. Essa afferma che la quantità di calore scambiata nell'unità di tempo, ossia la potenza termica, è direttamente proporzionale alla differenza di temperatura che causa lo scambio di calore. In simboli:

$$\Delta T = R_T \cdot \dot{Q} \qquad (3)$$

dove ΔT è la differenza di temperatura presente misurata in kelvin e $\dot{Q}$ è la potenza termica.
Con il simbolo R_T si è indicata la resistenza termica, la cui definizione segue direttamente dalla (3):

$$R_T = \frac{\Delta T}{\dot{Q}} \qquad (4a) \qquad\qquad [R_T] = \frac{[K]}{[W]} \qquad (4b)$$

La resistenza termica, a differenza di quella elettrica che possiede una propria unità di misura nel Sistema Internazionale detta Ohm (1Ω=1V/1A), come mostrato nella (4b), si misura in $[K]\cdot[W]^{-1}$. Essa svolge nei confronti del flusso termico e della differenza di temperatura, il medesimo ruolo che la resistenza elettrica ha nei confronti rispettivamente della corrente e della differenza di potenziale.

Per fissare le idee sull'analogia tra fenomeni di scambio di calore e circuiti elettrici, nella tabella 1 sono state accostate le loro grandezze fisiche e le due leggi che le legano:

Processi di scambio di calore	Elementi elettrici
Equivalente termico legge di Ohm $\Delta T = R_T \cdot \dot{Q}$	Legge di Ohm $\Delta V = R \cdot I$
Potenza termica ($\dot{Q}$)	Corrente (I)
Differenza di temperatura (ΔT)	Caduta di tensione (ΔV)
Resistenza termica (R_T)	Resistenza elettrica (R)

tab. 1- Analogie tra elementi elettrici e processi di scambio di calore.

La legge di Ohm, sia nel caso termico che in quello elettrico è una legge di causa-effetto. La differenza di temperature (causa) provoca un flusso di calore (effetto), cosi come la differenza di potenziale fa circolare corrente elettrica.
Essa è matematicamente verificata se c'è proporzionalità lineare tra differenza di temperatura e potenza termica, detto in altri termini se la resistenza termica può essere ritenuta costante. Ma, essendo R_T una grandezza fisica che dipende fortemente dalla temperatura, essa è variabile.

Tuttavia se si ha a che fare con problemi di scambio termico nei quali fissiamo la temperatura iniziale e finale, possiamo ritenere costante la resistenza termica. In queste condizioni è valida la sovrapposizione degli effetti, cioè se ad esempio la conduzione avviene attraverso più strati di materiale differente, la potenza termica totale è data dalla (2). Questi sono casi in cui si dice che si opera a *temperatura imposta*.

Se al contrario lavoriamo a *flusso imposto*, cioè sappiamo quanta potenza termica è scambiata, non è più valida la sovrapposizione degli effetti e la resistenza termica non è più costante poiché non sappiamo come varia la temperatura. Questo tipo di problema rappresenta la maggior parte degli esercizi di Termocinetica. Essi si risolvono per tentativi. L'unico dato che il problema fornisce è la quantità di calore scambiata e viene chiesto a che temperatura avviene lo scambio. Arbitrariamente assegniamo un valore alla temperatura incognita. Con questo valore calcoliamo la resistenza termica corrispondente. Con la resistenza termica e la quantità di calore fornita come dato ricaviamo la temperatura. Si verifica se essa è simile al valore di tentativo; se non è così, ripetiamo tutto il procedimento, stavolta però utilizzando il valore della temperatura che abbiamo calcolato. Ci fermeremo quando la temperatura si è stabilizza attorno ad un certo valore.

Conduzione

Approfondiamo ora il nostro studio sulla conduzione, enunciando le relazioni matematiche che la regolano.

I processi di scambio termico tramite conduzione sono generalmente classificati in:

- Processi stazionari
- Processi non stazionari o transitori

I primi hanno la caratteristica che tutte le grandezze fisiche (temperatura, pressione, etc.) in ogni punto della regione dove si ha conduzione sono indipendenti dal tempo; al contrario i processi transitori implicano variazioni temporali che il più delle volte interessano la temperatura. Inoltre la legge che descrivere i processi stazionari, non è valida per quelli transienti. Per quest'ultimi, come vedremo in seguito, useremo delle relazioni opportune.

Legge di Fourier

Prima di enunciare la legge illustriamo le grandezze fisiche in gioco in un processo di scambio di calore per conduzione.

La quantità di calore trasmessa nell'unità di tempo per conduzione attraverso un materiale solido, o equivalentemente attraverso un fluido in quiete, è chiamata potenza termica e si indica con $\dot{Q}$. Nel sistema internazionale essa si misura in watt. Ricordiamo che il calore, essendo una forma di energia, si esprime in joule e che 1watt=1joule/1secondo.

Si definisce densità di flusso termico $\dot{q}$ la potenza termica per unità di superficie. Le sue dimensioni, nel Sistema Internazionale, sono quelle di una quantità di calore per unità di superficie. In simboli

$$\dot{q} = \frac{\dot{Q}}{A} \qquad \left[\frac{W}{m^2}\right] \qquad (5)$$

Essa è sostanzialmente l'intensità I definita in Acustica. Successivamente, studiando il fenomeno dell'irraggiamento, indicheremo con ancora con I l' Intensità di irraggiamento, che è la grandezza analoga alla densità di flusso termico.

Possiamo ora enunciare la legge di Fourier:

$$\vec{\dot{q}} = -\lambda \cdot grad(T) \qquad (6)$$

Essa esprime la proporzionalità tra la densità di flusso di calore $\dot{q}$ e il gradiente di temperatura, dove:

- grad ( ), indicato anche con ∇ (nabla), è un operatore vettoriale che trasforma una funzione delle coordinate di un punto in un vettore le cui componenti cartesiane sono le derivate parziali della funzione in quel punto.

- T(x,y,z,τ) rappresenta il campo scalare delle temperature all'interno di un volume V di un corpo dove avviene conduzione; questo campo è variabile sia nello spazio che nel tempo. La sua derivata spaziale rappresenta un vettore che in ogni punto è diretto verso le temperature crescenti. Il vettore gradiente è così perpendicolare alle superfici isoterme, orientato nel verso dell'isoterma maggiore. Il suo modulo è proporzionale ala velocità di variazione della temperatura nello spazio: quanto più le isoterme sono fra loro vicine, tanto più alto sarà il gradiente e quindi, per la legge di Fourier, tanto più grande sarà lo scambio termico. Nell'equazione (6) compare il segno meno perché il verso del vettore gradiente è quello delle temperature crescenti, mentre il vettore densità di calore ha verso concorde con quello delle temperature decrescenti (il calore va dai corpi a temperatura più alta a quelli a temperatura più bassa).

Quella appena considerata è un'equazione vettoriale, per cui sia $\dot{q}$ che il gradiente sono due vettori, di solito con la stessa direzione, per cui ci interessa per lo più valutarne il modulo.
La proporzionalità tra densità di flusso termico e gradiente di temperatura, è espressa dal termine λ che prende il nome di conducibilità termica. Quest'ultima, che non è grandezza vettoriale, è caratteristica del materiale conducente il calore e dipende dalla sua natura e dal suo stato fisico. Dalla legge di Fourier ricaviamo che λ, nel Sistema Internazionale, si misura in $[W]\cdot[m]^{-1}\cdot[k]^{-1}$.
Tramite i valori della conducibilità termica è possibile classificare i materiali tra *isolanti termici*, che hanno solitamente λ<1, e *conduttori termici*. Sono detti isolanti quei materiali che ostacolano il passaggio del flusso termico. L'isolante migliore è l'aria, che ha λ_{aria}=0.024 W/m K. La lana di vetro, pur avendo un λ non troppo piccolo è utilizzato come isolante. Questo materiale ha la proprietà di trattenere nel suo interno aria, che funge da isolante.

I conduttori migliori sono i metalli e le loro leghe, ad esempio il rame ha λ_{Cu}=395 W/m K e l'alluminio λ_{Al}=210 W/mK.
Per una lista completa con molti valori di conducibilità termica per diversi materiali si veda la tabella A in appendice.
La conducibilità termica per un dato materiale dipende dal suo stato fisico e può variare con la pressione e la temperatura. Mentre nella maggior parte dei casi, l'effetto della pressione è trascurabile, λ è sempre funzione della temperatura, e varia linearmente con essa.

Ad esempio, al crescere della temperatura, alcuni materiali isolanti aumentano la loro conducibilità, mentre certi conduttori, a causa della rottura dei legami cristallini perdono proprietà di condurre calore. La legge di Fourier è valida anche in queste condizioni; risulta soltanto di più difficile applicazione. In questo caso, per risolvere un problema di scambio di calore, che ha come incognite le temperature, dobbiamo iterare la soluzione. Dobbiamo cioè

procedere per tentativi assegnando valori arbitrari della temperatura, con i quali ricaviamo le relative λ dalle tabelle come quella in appendice. Risolviamo poi il problema con questi dati , calcoliamo le temperature e le confrontiamo con quelle da noi assegnate arbitrariamente. Se sono uguali allora quella è la soluzione. In caso contrario ripetiamo il procedimento fino a che il risultato non si è stabilizzato.
La dipendenza della conducibilità dalla temperatura è una funzione lineare:

$$\lambda = \lambda_0 + B \cdot T \qquad (7)$$

λ_0 è la conducibilità a t=0°C e B è la variazione di λ_0 per grado centigrado. Normalmente B è trascurabile rispetto a λ_0 cosicché λ risulta essere costante e siamo autorizzati ad omettere la sua dipendenza dalla temperatura. Questa approssimazione è del tutto lecita nei problemi pratici: infatti la termocinetica è una scienza inesatta, in quanto si commettono errori anche del 20-30%.

Equazione di Fourier

La legge di Fourier è utilizzata nei problemi di trasmissione del calore per trovare un'espressione che descrive il campo termico in corpo. Tale legge però è valida solo nell'ipotesi di operare in un campo termico in regime stazionario. Questo significa che la temperatura rimane costante nel tempo. Mentre se essa varia, se in altre parole analizziamo un campo in regime transitorio, la legge di Fourier non descrive correttamente il processo. Partendo da questa legge, è stata ricavata un'equazione differenziale di secondo grado, detta equazione di Fourier, che fornisce una descrizione completa dell'evoluzione della temperatura in funzione del tempo. Equivalentemente avevamo in acustica la legge di Eulero, da cui si costruisce l'equazione di D'Alambert, e nel moto dei fluidi la legge di Newton, che sta alla base dell'equazione di Navier. Mentre nei casi citati, il passaggio dalla legge fisica all'equazione non aveva sviluppi pratici, nel caso dello scambio termico passare dalla legge fisica alla relativa equazione di Fourier può avere una qualche utilità pratica, perché i problemi di scambio

termico per conduzione si risolvono tramite integrazione numerica dell'equazione di Fourier.

Come la maggior parte delle equazioni fisiche, l'equazione di Fourier è una equazione differenziale e come tale fornisce una soluzione generica; essa necessita dell'imposizione delle cosiddette *condizioni al contorno* affinché possa applicarsi al caso che stiamo trattando.

Le condizioni al contorno sono di due tipi: spaziali e temporali.

Spesso le condizioni al contorno sono di temperature imposte, cioè si devono risolvere problemi nei quali è stata fissata la temperatura. In questo caso le condizioni al contorno sono dette di *tipo T.*

Esiste un'altra categoria di problemi nei quali invece è fissata la quantità di calore scambiata nel tempo. Avremo allora condizioni di *tipo Q*.

Metodo per ricavare l'equazione di Fourier

Partendo da un caso particolare (l'esempio sotto descritto), ricaviamo l'equazione generale che regola i processi di conduzione, chiamata equazione di Fourier.

Consideriamo una lastra di spessore costante L che abbia larghezza e lunghezza tanto grandi da potere essere considerate infinite, vedi figura 6. In queste condizioni, la lastra rappresenta un sistema monodimensionale dipendente dalla sola variabile x se questa è inserita in un opportuno sistema di riferimento cartesiano. Supponiamo che le pareti siano rispettivamente alla temperatura T_1 e T_2.

Consideriamo un elemento della lastra di superficie A=1 m^2 e spessore dx (nella figura 6 è rappresentato dal rettangolo grigio). Inoltre supponiamo che la parete sia costituita da un materiale avente densità volumetrica pari a ρ e assumiamo che λ, la sua conducibilità termica, sia costante.

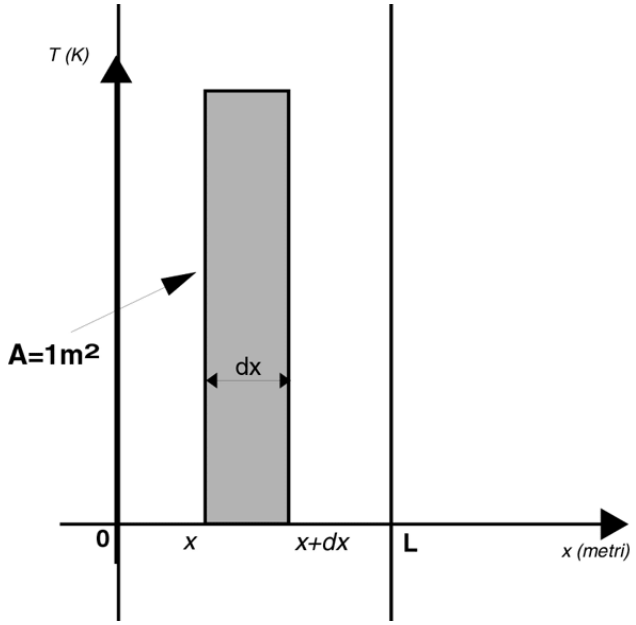


Fig.6 Lastra indefinita

Il volume dell'elemento grigio evidenziato in figura è:

$$dV = A \cdot dx \qquad (8)$$

La massa di tale volume, conoscendo la densità volumetrica è:

$$dM = \rho \cdot dV = \rho \cdot A \cdot dx \qquad (9)$$

Supponiamo che al tempo $\tau=\tau_0$ il sistema sia alla temperatura $T(x,\tau_0)$; il campo delle temperature è dipendente dal tempo, quindi dopo una frazione di tempo $d\tau$ la temperatura del sistema vale $T(x,\tau_0+d\tau)=T(x,\tau_0)+\frac{\partial T}{\partial \tau}d\tau$.

Sinteticamente:

$T_x = T(x,\tau_0)$

$$T_{x+dx} = T(x, \tau_0 + d\tau) = T(x, \tau_0) + \frac{\partial T}{\partial T} d\tau$$

Cioè gli istanti temporali τ_0 e $\tau_0+d\tau$ e le corrispondenti temperature $T(x,\tau_0)$ e $T(x,\tau_0+d\tau)$, sono associate rispettivamente alle ascisse x e $x+dx$. In altre parole $d\tau$ è la frazione di tempo che il calore impiega a percorre il tratto dx, indicato in figura 6.

Possiamo fare un bilancio dell'energia che entra all'ascissa x e di quella che esce all'ascissa $x+dx$, cioè attraverso lo spessore dx della lastra, utilizzando il primo principio della termodinamica:

$$\Delta U = Q \qquad (10)$$

dove chiaramente Q non è la potenza termica ma è la somma della quantità di calore che entra in x e di quello che esce in corrispondenza di $x+dx$.

Abbiamo trascurato il temine relativo al lavoro, in quanto si tratta di un problema di pura conduzione che, nella maggior parte dei casi avviane attraverso corpi solidi; possiamo quindi trascurare eventuali deformazioni dovute alla compressione o alla dilatazione. In poche parole il volume è costante e di conseguenza il lavoro è nullo.

Per esprimere la (10) in termini di densità di flusso termico dobbiamo moltiplicare il secondo membro per $d\tau$, che rappresenta il tempo necessario affinché il calore fluisca nello spessore considerato. Otteniamo quindi:

$$\Delta U = A \cdot (\dot{q}_x - \dot{q}_{x+dx}) \cdot d\tau \qquad (11)$$

Scrivendo l'energia ΔU in un funzione della differenza di temperatura dT :

$$dM \cdot c \cdot dT = A(\dot{q}_x - \dot{q}_{x+dx}) \cdot d\tau \qquad (12)$$

dove *c* rappresenta il calore specifico del materiale (per un solido $c_P \cong c_V$, cioè il calore specifico a pressione e a volume costanti sono equivalenti).

Sostituendo la (9) nella (12) si ha:

$$\rho \cdot A \cdot dx \cdot c \cdot dT = A(\dot{q}_x - \dot{q}_{x+dx}) \cdot d\tau \qquad (13)$$

Utilizziamo ora la legge di Fourier, espressa dalla relazione

$$\vec{\dot{q}} = -\lambda \overrightarrow{grad(T)} \qquad (6)$$

per scrivere in altro modo le densità di flusso termico che appaiano nel secondo membro della (13) e applichiamo il gradiente ottenendo così:

$$\begin{cases} \dot{q}_x = -\lambda grad(T_x) \\ \dot{q}_{x+dx} = -\lambda grad(T_{x+dx}) = -\lambda grad T_x - dx \cdot grad(\frac{\partial T}{\partial x}) \end{cases} \qquad (14)$$

Risolvendo il sistema si ha:

$$\rho \cdot A \cdot dx \cdot c \cdot dT = A \cdot dx \cdot \lambda \cdot grad(\frac{\partial T}{\partial x}) \qquad (15)$$

semplificando:

$$\rho \cdot c \cdot \frac{dT}{d\tau} = \lambda \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \qquad (16)$$

La (16) è l'equazione di Fourier.
Scritta nella forma più generale, ossia in tre dimensioni:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \cdot \left[\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right] \qquad (17a)$$

oppure,espressa sinteticamente tramite l'operatore ∇^2 (nabla quadro):

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \cdot \nabla^2 T \qquad (17b)$$

L'equazione nella forma generale, si applica quando si ha a che fare con una trasmissione di calore per conduzione in regime transiente che avviene in tre dimensioni.
Mentre se siamo in regime stazionario, cade la dipendenza dal tempo cosicché la derivata di questa grandezza è nulla. L'equazione che risulta è chiamata equazione di Laplace:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0 \qquad (18)$$

Ipotizzando che il caso trattato finora (figura 6) si svolga in regime stazionario, la (16) diventa:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0 \qquad (19)$$

Integriamo la (19) due volte, ottenendo:

$$T(x) = Ax + B \qquad (20)$$

le costanti A e B si ricavano dalle condizioni al contorno:

x=0 *T(0)=T_1*

$x=L \qquad T(L)=T_2$

combinandole con la (20) troviamo le temperature T_1 e T_2 :

$$\begin{cases} T(0)=T_1 \\ T(L)=T_2 \end{cases} \quad \begin{cases} T(0)=B \\ T(L)=AL+B \end{cases} \Rightarrow \quad \begin{cases} T_1=B \\ T_2=AL+B \end{cases} \qquad (21)$$

Esprimiamo le costanti A e B in funzione di T_1 e T_2:

$$\begin{cases} A=\dfrac{T_2-T_1}{L} \\ B=T_1 \end{cases} \qquad (22)$$

Possiamo ora riscrivere l'equazione (20), che rappresenta il profilo di temperatura entro la parete, utilizzando la (22):

$$T(x)=T_1+\frac{x}{L}(T_2-T_1) \qquad (23)$$

La (23) è indicata con il nome profilo di temperatura e rappresenta la legge di variazione spaziale della grandezza suddetta.
Nel caso sopra descritto, *x* è l'unica coordinata spaziale che descrive il sistema. Perciò se scriviamo il modulo della densità del flusso
di calore, il gradiente risulta essere la sola derivata parziale rispetto alla coordinata *x*, cioè:

$$\dot{q}=-\lambda \cdot grad(T)=-\lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \qquad (24)$$

Infine sostituendo la (23) nella (24) otteniamo:

$$\dot{q} = \frac{\lambda}{L} \cdot (T_1 - T_2) \qquad (25)$$

La (25) rappresenta la densità di flusso termico che scorre attraverso la lastra di spessore L.

6.2 APPLICAZIONI

Applicazioni degli argomenti trattati in 5.1

- Esercizio1
- Esercizio2
- Esercizio3

- Appendice-Tabella A

Esercizio 1

Calcolare la potenza termica dispersa, causata dal calore che fuoriesce dall'interno di un edificio, attraverso una parete di gesso spessa 5cm e avente una superficie di 10 m^2, sapendo che la temperatura all'interno e all'esterno valgono rispettivamente 20°C e 0°C.

A=10 m^2

L=5

cm=0,05m

T_1=20°

T_2=0°C

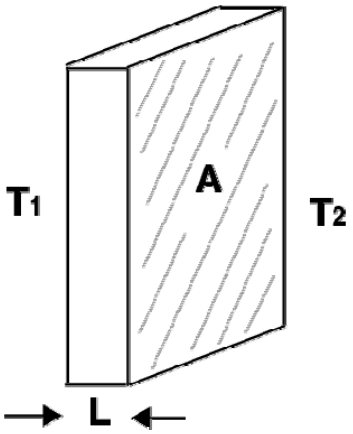


Fig.7 Elemento della parete di gesso

Ricaviamo il valore della conducibilità termica del gesso dalla tabella A in appendice, supponendo che λ sia indipendente dalla temperatura. Troviamo: λ=0,5 W/m K .

Le temperature sono espresse in gradi Celsius. Per applicare correttamente, dal punto di vista dimensionale, la legge di Fourier dovremo convertire le temperature nella scala assoluta. Tale operazione è del tutto inutile poiché nei problemi di trasmissione del calore compaiono soltanto differenze di temperature. E' quindi del tutto indifferente usare le temperature assolute o quelle centigrade.

Calcoliamo il modulo della densità di calore utilizzando la (25):

$$\dot{q} = \frac{\lambda}{L} \cdot (T_1 - T_2) = \frac{0,5}{0,05} \cdot 20 = 200 \, W/m^2$$

Chiaramente il flusso di calore è diretto verso l'esterno, essendo questo a temperatura minore.

Dalla (5) otteniamo la potenza termica:

$$\dot{Q} = \dot{q} \cdot A = 200 \cdot 10 = 2000 W$$

Esercizio 2

Affianchiamo una parete, avente conducibilità λ_2=1,5 W/m K, a quella di gesso dell'esercizio 1.

I dati del problema sono:

A=10 m^2

L_1=5

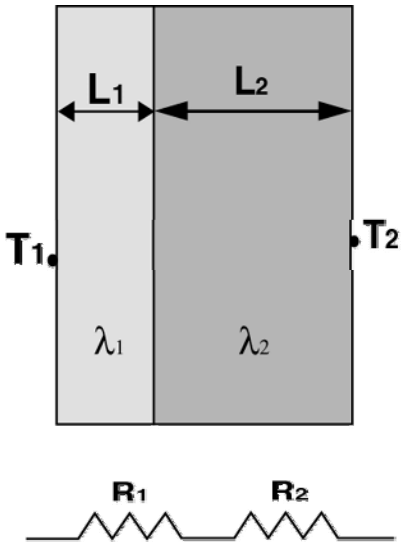
cm=0,05m

L_2=10

cm=0,10m

λ_1=0,5 W/m K

λ_2=1,5 W/m K



$$\begin{cases} T_1 = 20°C \\ T_2 = 0°C \end{cases} \Rightarrow \Delta T = 20$$

Fig.8

Possiamo risolvere un problema di questo tipo nel modo canonico, utilizzando l'equazione di Fourier. Tale metodo risulta complicato, data la presenza di calcoli dovuti all'integrazione dell'equazione di Fourier.

Una soluzione più immediata si ottiene sfruttando il concetto di resistenza termica. Vedo i due strati di materiale diverso come due resistenze poste in serie.

Ricordando la (4a), che fornisce l'espressione della resistenza termica:

$$R_T = \frac{\Delta T}{\dot{Q}} \qquad \text{(4a)} \qquad \text{e poiché} \qquad \begin{cases} \dot{Q} = \dot{q} \cdot A \\ \dot{q} = \frac{\lambda}{L} \cdot (T_1 - T_2) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \qquad R_T = \frac{L}{A \cdot \lambda} \qquad \text{(E1.1)}$$

Calcoliamo, usando la (E1.1), i valori delle due resistenze termiche ottenendo:

$$R_1 = \frac{L_1}{A \cdot \lambda_1} = \frac{0{,}05}{10 \cdot 0{,}5} = \frac{1}{100} \frac{K}{W}$$

$$R_2 = \frac{L_2}{A \cdot \lambda_2} = \frac{0{,}10}{10 \cdot 1{,}5} = \frac{1}{150} \frac{K}{W}$$

Essendo R_1 e R_2 in serie la resistenza equivalente è:

$$R_{EQ} = R_1 + R_2 = \frac{1}{100} + \frac{1}{150} = \frac{5}{300} = 0{,}017W$$

A questo punto calcolo la potenza termica totale scambiata dal sistema, che è data da:

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R_{EQ}} = 20 \cdot \frac{300}{5} = 1200W$$

Notiamo come la potenza termica dissipata sia inferiore (800W in meno) rispetto a quella persa in assenza dello strato aggiuntivo. Ciò significa che il sistema costituito dalle due lastre fornisce un isolamento termico migliore rispetto a quello costituito dalla singola parete. Questo perché aumenta la resistenza termica che migliora la qualità dell'isolamento.

Caso generale

Se anziché due strati di materiale, come in figura 8, una parete è formata da N strati, la potenza termica totale dissipata è data:

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_N} = A \cdot \frac{\Delta T}{\frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_3}{\lambda_3} + ... + \frac{L_N}{\lambda_N}}$$

dove:

A è la superficie della parete

L_i e λ_i (con i=1,2,3,….,N) sono rispettivamente gli spessori e le conducibilità termiche delle lastre

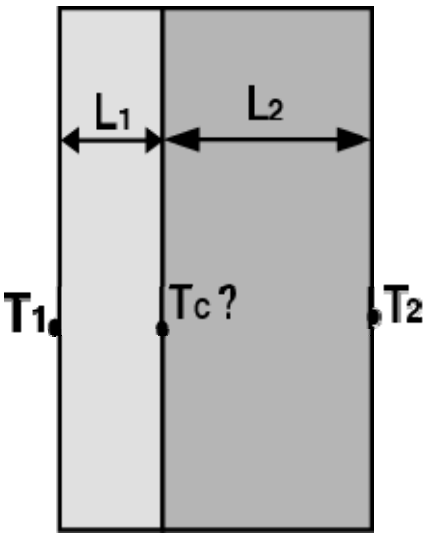
R_i (con i=1,2,3,….,N) sono le resistenze termiche associate ad ogni strato

ΔT è la differenza di temperatura

Esercizio 3

Consideriamo i dati dell'esercizio 2. Questa volta l'esercizio chiede di calcolare la temperatura, indicata in figura 9b con T_c, che si ha nel punto di contatto tra le due lastre.

Esistono molti procedimenti di risoluzione ma quello più immediato è sfruttare nuovamente l'analogia con i circuiti elettrici. La grandezza elettrica analoga alla temperatura è, come abbiamo già detto in precedenza, la tensione. Quindi ragionando come se le temperature fossero tensioni, calcolo la temperatura nel punto intermedio usando il partitore di "temperatura" (cosi come nei circuiti elettrici si usa il partitore di tensione).



A=10 m^2

L_1=5 cm=0,05m

L_2=10 cm=0,10m

λ_1=0,5 W/m K

λ_2=1,5 W/m K

T_1=20°C

T_2=0°C

T_C = ?

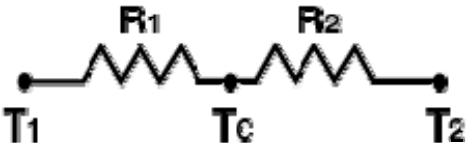


Fig.9a

Fig.9b

Applicando questo ragionamento troviamo:

$$\dot{q} = \frac{\lambda_1}{L_1} \cdot (T_1 - T_C) \qquad \text{(E3.1)}$$

$$\dot{q} = \frac{\lambda_2}{L_2} \cdot (T_C - T_2) \qquad \text{(E3.2)}$$

Poiché la (E3.1) e la (E3.2) rappresentano la stessa quantità:

$$\frac{\lambda_1}{L_1} \cdot (T_1 - T_C) = \frac{\lambda_2}{L_2} \cdot (T_C - T_2) \qquad \text{(E3.3)}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\lambda_1}{L_1} \cdot T_1 + \frac{\lambda_2}{L_2} \cdot T_2 = T_C \cdot \left(\frac{\lambda_1}{L_1} + \frac{\lambda_2}{L_2}\right) \qquad \text{(E3.4)}$$

ricaviamo T_C:

$$T_C = \frac{\frac{\lambda_1}{L_1}\cdot T_1 + \frac{\lambda_2}{L_2}\cdot T_2}{\frac{\lambda_1}{L_1}+\frac{\lambda_2}{L_2}} = \frac{\frac{0,5}{0,05}\cdot 20 + \frac{1,5}{0,10}\cdot 0}{\frac{0,5}{0,05}+\frac{1,5}{0,10}} = 8°C$$

Inseriamo la parete in un sistema d'assi coordinati (figura 10). Le ascisse rappresentano lo spessore delle lastre 1 e 2 costituenti la parete, le ordinate l'evolversi della temperatura all'interno della parete.

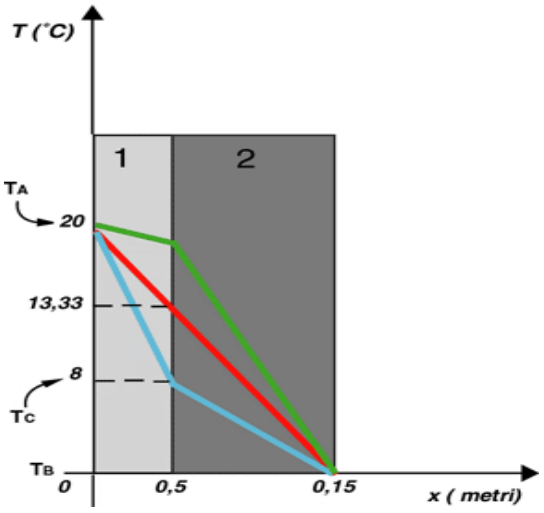


Fig.10

Quest'ultima varia linearmente all'interno delle singole lastre, mentre non varia altrettanto se consideriamo la parete nella sua totalità.Anzi si osserva che se avessimo considerato lineare l'evolversi della temperatura, avremmo commesso un errore nella misura di circa 5°C nel punto di contatto tra le due lastre. La linea rossa in figura non da perciò una corretta lettura del fenomeno.

Notiamo che la caduta di temperatura più marcata (linea azzurra) si ha nello strato 1 perché $\lambda_1<\lambda_2$. Di conseguenza questo si comporta da isolante. E' questo il caso di un *isolamento interno*.

Se invece $\lambda_2<\lambda_1$, cioè si dice che siamo in presenza di un *isolamento esterno,* si ha una caduta di temperatura più accentuata nello strato 2 (linea verde).

Appendice

Tabella A

MATERIALE	***Conducibilità termica** a 20° C (W/mK)*
Acciaio con 5% Ni	29
Acciaio con 30% Ni	105
Acqua (liquida in quiete a 20°C)	0,63
Acqua pesante 10 ÷ 100°C	0,56 ÷ 0,65
Alcool	0,21
Alluminio	210
Aria (in quiete a 20°C)	0,026
Argentana	27
Argento	420
Asfalto	0,64
Basalto	1,27 ÷ 3,5
Bronzo	58 ÷ 65
Carbone	0,14 ÷ 0,17
Carbone di storta	4
Carbone in polvere	0,12
Cartone	0,14 ÷ 0,23
Cartongesso in lastre	0,21
Caucciù	0,13 ÷ 0,23
Celluloide	0,35
Cellulosa compressa	0,24
Cemento in polvere	0,070
Cenere	0,069
Creta	0,90
Duralluminio	160

Ferro elettrolitico	87
Ferro ed acciaio	46,5/58
Gesso	0,5
Ghiaccio	2,20/2,50
Ghisa	50
Glicerina	0,220
Grafite	4,9
Granito	3,18 ÷ 4,10
Incrostazioni di caldaia	1,16 ÷ 3,49
Intonaco di calce e gesso	0,70
Legno asciutto ⊥ alle fibre di abete e pino	0,10 ÷ 0,12
Legno asciutto ⊥ alle fibre di quercia	0,18
Legno asciutto parallelamente alle fibre	0,15 ÷ 0,27
Linoleum	0,18
Manganina	23
Marmo	2,1 ÷ 3,5
Mercurio liquido a 0° C	8,13
Mercurio liquido a 60° C	9,64
Mercurio liquido a 120° C	10,92
Mercurio liquido a 160° C	11,6
Mercurio liquido a 222° C	12,78
Mica	0,39
Muratura di pietrame	1,40 ÷ 2,40
Muratura refrattaria (dinas, schamotte, silica) 200° C	0,70 ÷ 0,90
Muratura refrattaria (dinas, schamotte, silica) 1000° C	1,2 ÷ 1,4
Naftalina	0,37
Neve (appena caduta e per strati fino a 3 cm)	0,06

Neve (soffice, strati da 3 a 7 cm)	0,12
Neve (moderatamente compatta, strati da 7 a 10 cm)	0,23
Neve (compatta, strati da 20 a 40 cm)	0,70
Nichel	58 ÷ 65
Oli e petroli	0,12 ÷ 0,17
Oro	299
Ottone	70 ÷ 116
Pietra arenaria	1,30 ÷ 1,75
Pietra calcare compatta	0,70
Pietra calcare granulosa	0,95
Piombo solido	35
Pb 44,5% + Bi 55,5% (lega liq.) 160 ÷ 320° C	9,2 ÷ 11,3
Platino	70
Porcellana	0,80 ÷ 1,05
Quarzo ⊥ all'asse	6,60
Quarzo parallelo all'asse	12,80
Quarzo oggetti fusi	1,4 ÷ 1,9
Rame (8300 Kg/m^3)	302
Rame (8900 Kg/m^3)	395
Sabbia asciutta	0,35
Sabbia con 7% di umidità	1,16
Sodio solido	125,60
Sodio liquido 100 ÷ 500° C	86 ÷ 67
Na 56% + K 44% (lega Na, K liq.) 100 ÷500°C	27
Stagno	64
Steatite	2,7
Sughero (200 Kg/m^3)	0,052
Vetro	0,5 ÷ 1
Wood (lega)	12,78
Zinco	110
Zolfo	0,23

UF 7 LA FORMAZIONE DI CONDENSA E L'UMIDITÀ NEGLI EDIFICI

7.1 I FENOMENI DI CONDENSA ALL'INTERNO DELLE ABITAZIONI (I fenomeni di condensa nelle murature - Una breve analisi dei problemi, cause e possibili soluzioni di Lorenzo Bari)

I problemi legati alla formazione di condensa ed alla conseguente comparsa di macchie di umidità e di muffe sulle pareti degli ambienti abitati sono una tra le patologie più diffuse nell'ambito delle costruzioni. Questo fenomeno si è accentuato in questi anni, probabilmente a causa di una certa fretta ed approssimazione con cui avvengono la scelta dei materiali, delle tecniche costruttive e delle modalità di posa in opera.
Non bisogna infatti dimenticare che in certi casi non è la qualità dei materiali in sè a creare problemi nelle costruzioni, quanto piuttosto il modo improprio di impiegarli.

Premessa

I problemi legati alla formazione di condensa ed alla conseguente comparsa di macchie di umidità e di muffe sulle pareti degli ambienti abitati sono una tra le patologie più diffuse nell'ambito delle costruzioni. Le cause che alimentano queste problematiche sono molteplici e possono, in certi casi, combinarsi tra loro rendendo difficile l'individuazione della natura precisa del fenomeno.

La muffa negli ambienti di vita viene vista non solo come responsabile di problemi estetici ma anche come indicatore di problemi igienico-sanitari e di scarso comfort e benessere ambientale.
L'eliminazione della condensa e dei problemi da essa indotti, a prescindere dalle possibili cause del fenomeno di cui si dirà nel seguito, rappresenta un problema di non facile soluzione quando la casa è già abitata. Ben più semplice è invece seguire alcune regole in fase di costruzione dell'edificio che consentano di prevenire problemi futuri.
Foto 1 – Esempio di condensa superficiale causata dalla presenza di un ponte termico.

Certo è che l'umidità attiva un processo di degrado dei materiali che compongono la parete che li danneggia non solo in modo visibile ma anche invisibile. La comparsa di macchie di umidità porta nel tempo al degrado ed allo sfaldamento dell'intonaco; in questo processo restano coinvolti, in caso di condense interstiziali, anche i materiali isolanti interposti nelle pareti.
Negli ultimi decenni si è fatto molto per affrontare tutti i fenomeni di degrado dovuti all'umidità: molti tecnici e aziende hanno ideato e prodotto nuovi materiali e nuove tecnologie ma i fattori che maggiormente possono garantire ad un edificio di non incorrere in queste patologie restano sempre la corretta progettazione dei componenti, dalla scelta della tipologia costruttiva e dei prodotti più idonei, alla corretta posa in opera dei materiali, e lo svolgimento delle necessarie verifiche termoigrometriche in fase di progetto.
In questo articolo si propone una panoramica sui diversi aspetti che entrano in gioco nei fenomeni di condensa.

Comfort e benessere abitativo

È piuttosto difficile definire con precisione quali siano le condizioni ambientali corrispondenti al benessere abitativo. Le condizioni di comfort termico ed idrometrico non dipendono infatti solo dalla temperatura dell'aria.

Il clima che si determina in un ambiente dipende oltre che dalla temperatura, da una complessa serie di fattori tra i quali il movimento dell'aria, il suo grado di umidità, la conducibilità termica dei materiali, la temperatura delle pareti con le quali il corpo scambia calore per irraggiamento.

Questi fattori, inoltre, interagiscono con le caratteristiche individuali del corpo umano (metabolismo, vestiario, temperatura della pelle) e contribuiscono a dare una sensazione di benessere oppure una influenza negativa sull'organismo.

Ad esempio, in inverno è possibile ottenere situazioni di comfort con le temperature dell'aria anche inferiori ai 20°C se si aumentano le temperature superficiali delle pareti; in estate è possibile sopportare una temperatura dell'aria superiore ai 26°C se c'è una ventilazione e le pareti non hanno temperature superiori all'aria.

In queste osservazioni che riguardano la possibilità che le pareti mantengano un certo regime di temperatura o meno entra in gioco un ulteriore aspetto a complicare le cose: l'inerzia termica. Quello di "inerzia termica" è un concetto abbastanza intuitivo ma nello stesso tempo estremamente difficile da "calcolare" e da esprimere in forma numerica.

Si può constatare facilmente che, a parità di temperatura interna dell'aria si ha una sensazione di benessere in alcuni ambienti (per esempio in locali con murature di un certo peso e spessore) ed una sensazione di disagio in altri (per esempio se il locale in cui ci troviamo ha ampie superfici vetrate la cui temperatura superficiale è inevitabilmente molto diversa da quella dell'aria ambiente).

In generale possiamo dire che la situazione di benessere si ha quando tra la temperatura dell'ambiente e la temperatura di superficie delle pareti circostanti ci sono non più di 2÷3°C di differenza.
Le logiche progettuali rivolte soprattutto al contenimento dei consumi energetici hanno comportato l'aumento delle caratteristiche di tenuta dei serramenti ed hanno drasticamente ridotto il tasso di ricambio d'aria all'interno degli alloggi aggravando le problematiche connesse, quali l'aumento di concentrazione di inquinanti e di condensazione superficiale.
Il rapporto temperatura-umidità riveste comunque un ruolo fondamentale: a 20°C l'umidità relativa dell'aria dovrebbe essere compresa tra il 50 ed il 70% per garantire il benessere.

Il problema dell'eccessiva umidità all'interno delle abitazioni è causato quasi sempre da una produzione di vapore da parte degli abitanti delle case (cucinando, lavandosi, nell'asciugare i panni, ecc.). Per ripristinare lo stato di benessere e per evitare danni (muffe, ecc.), tutta questa acqua in forma di aria umida deve in qualche modo essere smaltita.

Purtroppo per diffusione (traspirazione) dei muri ne possono essere smaltite quantità piuttosto modeste; la maggior parte deve essere eliminata con la ventilazione, per esempio aprendo le finestre.

L'umidità dell'aria nelle nostre case è tutt'altro che costante; il suo andamento invece si manifesta in forma di picchi che facilmente possono superare il livello ammissibile del 70%.

Per questo motivo è importante che le superfici interne (muri, solai, pavimenti) abbiano la capacità di "assorbire" il più possibile l'umidità dell'aria e di restituirla in un secondo tempo nell'ambiente. Questo effetto "a spugna" rimane intatto a condizione che il materiale non venga trattato con sostanze che riducono la traspirazione e la permeabilità al vapore.

Foto 2 – Formazione di muffe diffusa, particolarmente marcate in corrispondenza di una trave in c.a..
Foto 3 – Condensa superficiale con termoforesi in corrispondenza dei travetti del solaio.

La caratteristica di traspirazione delle superfici interne è dunque molto importante per compensare i picchi di umidità. Un intonaco cementizio ad esempio assorbe molto meno di una lastra di gesso, mentre il legno può assorbire ancora più del gesso.
Per limitare sia l'inquinamento interno che l'eccessivo tenore di umidità relativa è peraltro necessario mantenere un adeguato ricambio d'aria all'interno degli ambienti anche in inverno.
In linea di massima nelle abitazioni si deve considerare un ricambio di almeno metà del volume d'aria contenuta nell'ambiente ogni ora (n=0,5 V/h), ricambio che dovrebbe essere garantito meccanicamente o naturalmente.
Quasi sempre, invece, i ricambi d'aria risultano inferiori al livello sopra indicato ed in concomitanza con murature non traspiranti e serramenti ermetici, e magari con una scarsa attenzione progettuale o di esecuzione della costruzione, possono così proliferare muffe e condense.

I fenomeni di condensazione nelle costruzioni

In generale i fenomeni di condensa nelle pareti degli edifici sono classificabili in due tipologie principali:

a) la condensa interstiziale: si manifesta all'interno della parete in determinate condizioni che verranno descritte nel seguito;

b) la condensa superficiale: si verifica quando, per cause di diversa natura, la temperatura sulla superficie interna della parete scende al di sotto della temperatura di rugiada in concomitanza con la presenza di elevati valori di umidità relativa dell'aria interna.

Foto 4 – Pareti completamente intaccate dall'umidità accentuata dalla probabile presenza di acqua interstiziale nelle murature.

Foto 5 – Ambiente interessato da umidità e condensa su tutte le superfici.

L'insorgere di tali fenomeni può compromettere come già accennato, anche in modo decisivo, oltre che la durabilità delle stesse pareti, anche la vivibilità

dell'ambiente su cui esse si affacciano. In generale il danneggiamento della parete dovuto a fenomeni di condensazione può comportare:

- la presenza di acqua di condensazione sulla superficie interna della parete;
- la crescita di colonie fungine;
- il danneggiamento degli intonaci;
- l'imputridimento di eventuali parti in legno;
- la riduzione del grado di isolamento globale della parete;
- la migrazione di sali eventualmente presenti all'interno dei materiali che compongono la struttura e la conseguente comparsa di efflorescenze.

È bene precisare fin d'ora che i fenomeni sopra illustrati dipendono in massima parte dalle condizioni ambientali interne ed esterne e dal contenuto di umidità dell'aria; in altre parole dal funzionamento (più o meno corretto) del sistema "edificio + impianto di riscaldamento".
In tal senso l'analisi dei fenomeni di condensazione deve essere svolta in modo accurato, considerando l'edificio (inteso come "macchina per abitare") nella sua globalità, e soprattutto evitando analisi frettolose e preconcette.
Le cause che possono indurre alla formazione di condensa possono schematicamente essere ricondotte ad errori di natura progettuale, ad errori di esecuzione e, fattore non trascurabile, ad una cattiva conduzione dell'impianto di riscaldamento e nell'uso dell'edificio.

Gli errori progettuali più ricorrenti sono:

- non adeguato isolamento dei ponti termici: bisogna anche tenere presente che l'effetto di "ponte termico" risulta tanto più accentuato quanto più viene aumentato il grado di isolamento dei componenti al contorno;
- errata stima delle conducibilità dei materiali impiegati in condizioni di esercizio che possono risultare anche molto superiori a quelle dichiarate;

- spessori delle pareti troppo esigui;
- mancato utilizzo di mezzi per il controllo dell'umidità relativa all'interno degli ambienti: questa può risultare molto elevata per gli apporti di vapore dovuti alla presenza di persone e dal compimento di particolari operazioni (uso di stufe, fornelli, cottura di cibi, asciugatura di biancheria, sviluppo di vapore nei bagni, ecc.);
- utilizzo di serramenti ad elevata tenuta senza provvedere nel contempo ai ricambi d'aria attraverso opportune aperture o impianti di ventilazione.

Tra gli errori di esecuzione della costruzione si ricordano:

- errata posa degli isolanti;
- spessore degli isolanti inferiori a quelli fissati dal progettista o previsti dalle normative vigenti;
- impiego di materiali isolanti che degradano nel tempo;
- impiego di intonaci plastici esterni che eliminano le possibilità di traspirazione della parete;
- Mancata protezione delle murature in fase di posa in opera: questo aspetto è particolarmente rilevante quando si costruisce in muratura portante e può comportare, in caso di pioggia, una bagnatura della muratura che, a seguito del successivo veloce completamento della parete, non ha tempo e modo di asciugarsi adeguatamente;
- impiego di tipologie di parete che innescano fenomeni di condensa interstiziale con conseguente degrado delle prestazioni termiche dei materiali costituenti la parete e riduzione del grado di isolamento termico di quest'ultima.

Per quanto attiene gli errori di conduzione degli impianti di riscaldamento ed il cattivo uso dell'edificio si menzionano:

- l'intermittenza del riscaldamento che fa raffreddare soprattutto le pareti esterne: seguendo per esempio un ciclo di riscaldamento ed attenuazione notturna più attento alle condizioni ambientali esterne, si evita di abbassare troppo la temperatura di notte evitando in tal modo un accumulo di umidità. Lo spegnimento notturno del riscaldamento può agevolare la formazione di condensa in camera da letto con la produzione di vapore acqueo in concomitanza con l'abbassamento della temperatura dell'aria interna e, di conseguenza, di quella superficiale delle pareti;
- mancanza della cappa di aspirazione in cucina;
- presenza di mobili addossati alle pareti esterne (per esempio armadi a muro posti a diretto contatto con pareti perimetrali esposte, essendo dotati di una considerevole resistenza termica, provocano un abbassamento della temperatura superficiale della parete cui sono addossati e soprattutto quella dei relativi ponti termici).

Va rilevato che anche la presenza ormai sempre più diffusa di impianti di riscaldamento autonomi con orari di accensione discordi ed utilizzo saltuario degli stessi porta ad un sottoriscaldamento generalizzato dell'edificio che può diventare concausa di fenomeni di condensa nei locali più esposti e male isolati.

Foto 6 – Condensa in corrispondenza del nodo parete-solaio.

Foto 7 – Muffe da condensa superficiale in corrispondenza del nodo muro-serramento.

La condensa interstiziale

Si tratta del caso in cui il vapore condensa all'interno della muratura. Prendiamo in considerazione una serie di quattro recipienti:

- il primo rappresenta l'ambiente, con la sua temperatura Ti, il livello di umidità relativa U, la pressione di vapore P nell'ambiente, R rappresenta la produzione di vapore.
- Il secondo recipiente è collegato al primo mediante una resistenza al passaggio del vapore r1, ha una temperatura T1 ed un livello di pressione di vapore P1,
- il terzo rappresenta un isolante applicato all'esterno
- il quarto l'ambiente esterno

Tutti i recipienti sono collegati tra loro con una diversa resistenza al passaggio del vapore.
Proviamo ora ad aumentare r1: diminuisce U negli altri recipienti e ci si allontana dal rischio di condensazione.
Aumentando invece r3 il vapore smaltito non bilancia più quello prodotto e avremo condensa nel recipiente più sfavorito.
Possiamo anche calcolare l'altezza di ogni singolo recipiente, cioè la temperatura dei diversi strati; essa dipende dalla posizione e dal valore delle resistenze termiche.

E' evidente dunque che per evitare la condensa "interstiziale" si può operare su tre elementi:

- - diminuire l'UR interna
- - aumentare la temperatura della parete con un adeguato isolamento
- - aumentare la resistenza al vapore degli strati interni e diminuire quella degli strati esterni.

Un errore tipico, più frequente di quanto si possa immaginare, consiste nel porre una barriera vapore a valle dell'isolante, verso l'esterno. Anche la realizzazione di rivestimenti di facciata plastici o ceramici può essere un grave errore se non verificata preventivamente a livello progettuale.

La conseguenza immediata della condensazione interstiziale è la riduzione del potere isolante della struttura e quindi un aggravamento del fenomeno. L'umidità si accumula nelle porosità della muratura, nelle intercapedini.
Durante la stagione estiva l'umidità eventualmente accumulatasi d'inverno deve poter evaporare asciugando la muratura. Non sempre ciò avviene, nelle pareti poco soleggiate (ad es. a nord) o in presenza di superfici poco traspiranti verso l'esterno. In questi casi la muratura si presenterà alla successiva stagione invernale con dell'umidità residua e quindi la situazione è destinata a peggiorare progressivamente negli anni.

Per evitare la condensa "interstiziale" si può operare su tre elementi:

- diminuire l'UR interna;
- aumentare la temperatura della parete adottando una tipologia costruttiva che garantisca un adeguato isolamento;
- aumentare la resistenza al vapore degli strati interni e diminuire quella degli strati esterni.

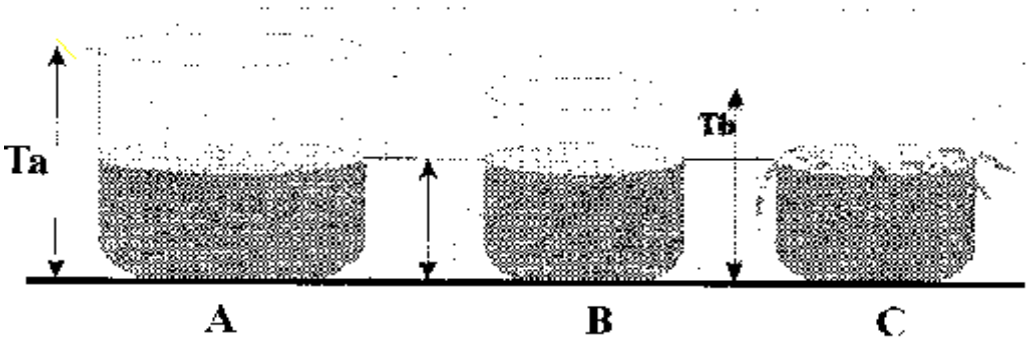
Un errore tipico, più frequente di quanto si possa immaginare, consiste nel porre una barriera al vapore a valle dell'isolante, verso l'esterno. Anche la realizzazione di rivestimenti di facciata plastici o ceramici può essere un grave errore se non verificata preventivamente a livello progettuale.
La conseguenza immediata della condensazione interstiziale è la riduzione del potere isolante della struttura e quindi un aggravamento del fenomeno con accumulo di umidità nella muratura e nelle intercapedini.
Durante la stagione estiva l'umidità eventualmente accumulatasi d'inverno deve poter evaporare asciugando la muratura. Questo non avviene sempre, per esempio, nelle pareti poco soleggiate (ad es. rivolte a nord) o in presenza di superfici poco traspiranti verso l'esterno. In questi casi la muratura si presenterà alla successiva stagione invernale con dell'umidità residua e quindi con una situazione destinata a peggiorare progressivamente negli anni.

La condensa superficiale

Il fenomeno della condensa superficiale interessa gli ambienti nei quali le pareti raggiungono in superficie temperature inferiori a quelle di rugiada in presenza di determinati livelli di umidità.
Per comprendere meglio il fenomeno anche a costo di banalizzarlo un poco, prendiamo un esempio sviluppato utilizzando un paragone "idraulico".
Se consideriamo un recipiente A, la sua altezza (**Fig. 1**) può essere assimilata alla temperatura. Se il recipiente contiene un liquido che lo riempia per metà

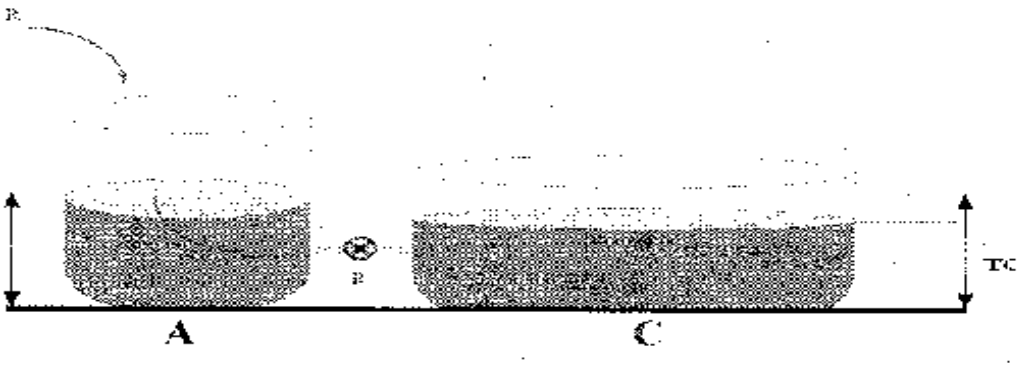
esso rappresenta il 50% del suo contenuto massimo. Immaginando che ciò rappresenti il contenuto di vapore, avremo il 50% di Umidità relativa (U.R.).
In un recipiente più basso (cioè con temperatura più bassa, nell'analogia) poniamo ora la stessa quantità di acqua: essa rappresenta il 90% di UR. Riducendo ancora l'altezza del recipiente (la sua temperatura) quest'ultimo non può più contenere tutto il liquido ed una parte fuoriesce: raggiunto cioè il livello del 100% di UR, il vapore condensa.

Figura 1



Se ora mettiamo in comunicazione il recipiente A con C (**Fig. 2**) constatiamo il trasferimento di liquido da A (dove la pressione è maggiore) a C dove la pressione è minore. Questo spiega perché d'inverno il vapore contenuto in un ambiente al 60% di UR tende a uscire verso l'ambiente esterno ad esempio al 70% di UR.
Tale fenomeno è regolato dalla legge Fick: Qv = S (Pvi - Pve) dove:
permiana = S = superficie Pvi, Pve = pressione di vapore interne ed esterne.

Figura 2



Il livello di umidità in A è in equilibrio se il vapore smaltito è in quantità uguale a quello entrante nell'ambiente e prodotto cioè dall'attività dell'uomo.
La quantità di liquido che esce dipende dalla resistenza R al passaggio del vapore. Tale resistenza è rappresentata dal reciproco della permeabilità degli strati che costituiscono la parete. La quantità di vapore uscente dalle murature è tuttavia molto modesta e la velocità di propagazione molto lenta. Conseguentemente per evitare che il livello in A aumenti fino a livelli pericolosi occorre smaltire il vapore in altro modo e cioè diluendo l'aria interna carica di umidità con quella esterna più secca.

Questo semplice esempio ci aiuta a meglio comprendere i concetti sintetizzati nel diagramma di Mollier dell'aria umida.
Su tale diagramma possiamo seguire un esempio di condensazione:
L'aria di un ambiente si trovi alle condizioni A1 e cioè 20C e 70% UR; quando tale aria lambisce nel suo moto convettivo un elemento freddo come un vetro, un serramento, o un "ponte termico" si porta in A2 dove comincia a cedere acqua.
A2 si trova sulla curva di saturazione. Nell'esempio considerato a ca. 14.5 C. Dunque, su tutte le pareti o le porzioni di parete a temperatura più fredda di 14.5 °C si depositerà l'acqua in eccesso.
Per evitare che tale fenomeno avvenga si possono ipotizzare i seguenti rimedi:

- riduzione dell'umidità relativa interna: ciò si può fare diluendo l'aria interna con una adeguata ventilazione, in funzione della produzione di vapore che avviene all'interno ed è dovuta alle persone ed alla loro attività (es. cottura dei cibi, lavaggi, ecc.);
- aumentare la temperatura interna: seguendo per esempio un ciclo di riscaldamento e attenuazione notturna più attento alle condizioni ambientali esterne, si evita di abbassare troppo la temperatura di notte evitando in tal modo un accumulo di umidità;
- eliminazione dei punti freddi: sono i ponti termici, dove è più forte la disomogeneità di temperatura e dove perciò si forma la muffa. Per eliminarli è necessario che le pareti abbiano caratteristiche di isolamento termico uniformi: questo aspetto è facile da prevedere e realizzare al momento della costruzione, molto meno facile è porvi rimedio a posteriori.

Il livello di umidità in un ambiente è in equilibrio se il vapore smaltito è in quantità uguale a quello entrante nell'ambiente e prodotto cioè dall'attività dell'uomo.

La quantità di liquido che esce dipende dalla resistenza al passaggio del vapore delle pareti di chiusura dell'ambiente. Tale resistenza è rappresentata dal reciproco della permeabilità degli strati che costituiscono la parete.

La quantità di vapore uscente dalle murature è tuttavia modesta e la velocità di propagazione molto lenta. Conseguentemente, per evitare che il livello aumenti fino a livelli pericolosi, occorre anche smaltire il vapore in altro modo e cioè diluendo l'aria interna carica di umidità con quella esterna più asciutta.

Possibili soluzioni dei problemi di condensa

Come detto i problemi di condensa possono essere facilmente prevenuti "a priori" con una adeguata progettazione e verifica del rischio.
Nella maggior parte dei casi tuttavia ci si trova a fronteggiare il problema ad edificio finito e già abitato; in tal caso risulta assai più complesso intervenire.
Bisogna premettere che è difficile fornire una "ricetta" di validità generale in quanto ogni caso può avere cause e concause diverse che rendono necessario un esame specifico delle singole situazioni.

Si impone in queste circostanze un attento esame che prevede per prima cosa una valutazione delle condizioni termoigrometriche dell'ambiente che consenta di stimare il livello medio della temperatura e dell'umidità che caratterizzano "lo stile di vita" degli abitanti. Se in seguito a questo si constata un eccesso di umidità relativa si deve allora prevedere un sistema di aspirazione meccanico di piccola portata che aspiri l'aria dai bagni e dalla cucina. Contemporaneamente si potranno installare delle bocchette autoregolanti sui cassonetti o sui serramenti dei locali di soggiorno in modo da favorire un certo ricambio d'aria così da ridurre i picchi di umidità negli ambienti.

A questo punto è necessario verificare la presenza e l'influenza dei ponti termici: questo si può fare con una analisi (per esempio con il metodo degli elementi finiti), dei nodi strutturali principali. Di solito nella zona dove si riscontra la muffa la temperatura superficiale è molto bassa e bisogna dunque prevedere un adeguato isolamento termico. Va osservato che spesso i problemi derivano anche da una cattiva coibentazione attuata in difformità dalle norme.
Nei casi più gravi si può addirittura riscontrare la presenza di umidità e di muffe su tutta la superficie delle pareti, specialmente se orientate verso Nord o poco soleggiate.

A seconda dei casi gli interventi possibili sono la realizzazione di un rivestimento a cappotto esterno se la presenza del fenomeno è diffusa, mentre se il

fenomeno è limitato è preferibile intervenire dall'interno o dall'esterno, ma in modo parziale; in ogni caso l'intervento dall'interno può essere difficile da attuare: infatti sottrae spazio agli ambienti e provoca non poco disagio perché deve essere eseguito in ambienti abitati.

7.2 LE SOLUZIONI TECNOLOGICHE

(Paolo Gasparoli, La manutenzione delle superfici edilizie: prescrizioni per esecuzione, controlli, collaudo sui rivestimenti esterni: preparazione dei supporti, intonaci e coloriture, trattamento dei materiali lapidei, protezione delle opere in legno e ferro, RPAC, deumidificazioni, Alinea, Firenze, 1997)

Tecniche di intervento

Vengono qui trattate le tecniche di intervento relative all'umidità di risalita, che rappresenta il problema più comune e difficile da risolvere. Possono essere effettuate con tre filosofie di intervento: - Allontanamento dell'acqua, impedendo il contatto fra il terreno e la muratura, tramite: drenaggi, pozzi assorbenti, intercapedini, vespai e impermeabilizzazioni dei muri controterra. Tutti questi sistemi dovrebbero essere eseguiti in corrispondenza delle parti interrate delle murature, sia sulla faccia esterna che interna. L'efficacia per la risoluzione della risalita capillare, che comunque non può essere eliminata del tutto, dipende dalle dimensioni e dalle capacità assorbenti della muratura. I drenaggi consistono nello scavo di una trincea lungo l'edificio, riempita di materiale drenante, alla cui base viene posto un tubo che raccoglie l'acqua e la convoglia in uno scarico controllato.

E' poco efficace nei confronti dell'acqua di falda, mentre è utile per le acque disperse. I pozzi assorbenti consistono in più strati drenanti sovrapposti, efficaci sia per le acque disperse che di falda, di cui riducono l'altezza. Le intercapedini hanno lo scopo di impedire l'accesso delle acque disperse e di aumentare la

superficie evaporante. E' risolutiva per le acque disperse, efficace per le acque di falda, se l'intercapedine è profonda e soprattutto ben ventilata. Ha difficoltà realizzative su edifici con problemi statici. I vespai evitano il contatto diretto tra il pavimento e il terreno, e possono essere associati a sistemi di riscaldamento radiante per migliorare le condizioni termoigrometriche interne. Le impermeabilizzazioni rappresentano una tematica che verrà successivamente approfondita in sede specifica. - Sbarramento, modificando la struttura porosa della muratura per bloccare o ridurre la risalita, tramite: taglio meccanico, barriere chimiche, metodo elettromagnetico. Il taglio meccanico consiste nel taglio fisico effettuato nella parte bassa della muratura, inserendo in seguito elementi impermeabili (lamine metalliche, materiali plastici, manti bituminosi o in vetroresina, malte cementizie impermeabili). La tecnica è molto costosa e può provocare problemi di stabilità. Attualmente è quasi inutilizzata, sostituita da altri sistemi.

Barriere chimiche

Il principio che sta alla base di questo metodo è simile a quella del taglio meccanico, ed è meno costosa e più semplice. Consiste nell'immissione nella muratura da risanare di formulati chimici che polimerizzano all'interno dei capillari del materiale, impedendo così il passaggio dell'acqua.
I procedimenti di impregnazione possono essere due: a lenta trasfusione, realizzata a pressione atmosferica, e ad iniezione, effettuata a pressione superiore a quella atmosferica per mezzo di pompe pneumatiche. La scelta è influenzata dalle caratteristiche geometrico – materiche del muro e dalla caratteristiche chimico – fisiche della soluzione da iniettare. L'iniezione a bassa pressione è preferibile per muratura di notevole spessore o composte da materiali non omogenei. I fluidi diluiti in acqua possono essere immessi nella muratura a lenta trasfusione in quanto hanno tempi di polimerizzazione lunghi, al contrario quelli disciolti in solventi organici devono preferibilmente essere iniettati a pressione, per i tempi di polimerizzazione rapidi. Le caratteristiche dei

formulati chimici e il loro comportamento idrofobizzante sono in corso di continua analisi e sperimentazione, anche per quanto riguarda la loro efficacia. In generale la penetrazione del formulato chimico è influenzata dalla viscosità del liquido e dalla presenza di solventi, che possono però ridurne l'efficacia; la distribuzione è influenzata dalla velocità di polimerizzazione, dalle modalità di iniezione e dalla caratteristiche della parete; possono esserci problemi di stabilità chimica dei componenti, alterazioni cromatiche e la presenza di sali nei composti. I problemi maggiori sono la rimozione dell'intonaco fino ad 1,5 metri circa dalla base della muratura e l'inefficacia del sistema con un muro umido, per cui vanno effettuati interventi preliminari.

Esecuzione di trattamento deumidificante

Consistente nella installazione di barriera chimica al piede delle murature.
A mezzo di fori di diametro 12/25 mm. precedentemente praticati in linea orizzontale, per una profondità pari a circa 8/10 dello spessore del muro, ad interasse 10/15 cm l'uno dall'altro ed a circa 15 cm da terra, verrà inserito, attraverso speciali diffusori, un formulato a base di resine siliconiche avente la caratteristica di rendere idrorepellenti le parti di murature interessate, impedendo la ulteriore risalita per capillarità dell'acqua presente nel sottosuolo.
In presenza di murature di elevato spessore le perforazioni verranno eseguite su entrambi i lati della muratura stessa. Se l'intonaco esistente fosse molto degradato si provvederà alla sua eliminazione ed alla applicazione, prima della iniezione, di una fascia di contenimento del liquido idrorepellente.

Dopo la esecuzione del trattamento deumidificante, fino ad una altezza di cm 20 sopra la macchia umida, le murature dovranno essere stonacate per consentire la naturale evaporazione dell'acqua contenuta nella muratura stessa.
La reintonacatura potrà essere eseguita solo dopo verifica del contenuto di umidità e controllo della avvenuta asciugatura delle murature.

L'operazione di reintonacatura delle parti demolite (se prevista dal progetto) verrà eseguita previa pulitura delle connessure fra i mattoni/conci della muratura mediante spazzolatura e raschiatura dei giunti di allettamento, compreso carico del materiale di risulta su automezzo e trasporto alle PP. DD. Successivo lavaggio con idropulitrice di tutte le superfici al fine di eliminare residui di polveri e calcinacci. Applicazione a spruzzo di liquido antisale al fine di impedire la cristallizzazione dei sali solubili in superficie.
Applicazione a cazzuola ed in modo da coprire totalmente la muratura, di un primo strato di intonaco a base idraulica a penetrazione osmotica costituito da premiscelato o da malta appositamente confezionata e additivata.

Applicazione nelle cavità, ad asciugatura avvenuta (dopo 24h) di malta di pareggio composta con la stessa formulazione. A presa avvenuta le superfici intonacate verranno mantenute umide per circa 24 ore onde evitare una rapida evaporazione dell'acqua.
La eventuale finitura (che dovrà essere adeguatamente traspirante) potrà essere applicata solo ad intonaco completamente asciutto (circa dopo 3 settimane).

Intonaci macroporosi

Il principio su cui si basa la tecnologia è quello di aumentare artificialmente la porosità dei normali intonaci con specifici additivi aeranti, aumentando la traspirabilità della muratura. Sono quasi sempre prodotti premiscelati industrialmente. L'applicazione è molto semplice e simile a quella di un intonaco comune. E' fondamentale la permeabilità al vapore acqueo in uscita, da non compromettere con tinteggiature superficiali che impediscono la traspirabilità, l'idrorepellenza per l'acqua in entrata dall'esterno e il controllo delle condizioni ambientali se applicati in interni, per evitare l'insorgere di fenomeni di condensazione superficiale. Le problematiche riguardano l'incertezza sulla capacità per questi prodotti di operare autonomamente per la deumidificazione delle murature, anche se garantiscono un'elevata evaporazione dell'acqua. I sali

idrosolubili vengono fermati nei macropori, e quando arrivano a saturazione potrebbe essere necessaria la ristesura dell'intonaco.

Elettrosmosi

Il principio alla base del metodo è quello che con il passaggio di corrente elettrica continua attraverso un liquido conduttore si può effettuare trasporto di liquidi attraverso setti porosi saturi, con una velocità indipendente dai setti stessi. Un muro umido presenta una differenza di potenziale rispetto al terreno, influenzata dalla natura dei materiali di cui è composta la muratura da risanare, dalla quantità di acqua presente nel terreno e dalla composizione dei sali veicolati in forma di soluzione dall'umidità di risalita. I metodi che si basano sull'elettrosmosi tendono a realizzare un'inversione di polarità, costituendo un polo negativo nel sottosuolo e uno positivo nella parete da risanare, favorendo la migrazione dell'acqua, lungo le pareti dei capillari, dalla zona con potenziale positivo a quella con potenziale negativo.

L'elettrosmosi può essere attiva o passiva: il sistema attivo provoca una differenza di potenziale tra la parete e il terreno interponendo nel circuito un alimentatore elettrico; si definisce passivo un sistema che, sfruttando le naturali differenze di potenziale presenti fra la muratura e il terreno, tende ad annullarle mediante un collegamento tra i conduttori della muratura e la presa di terra.
Un problema comune è la preliminare rimozione dell'intonaco ammalorato, sino ad un'altezza superiore al punto massimo di risalita dell'umidità. Il metodo passivo è praticamente inefficace, e risulta quasi completamente abbandonato. Uno dei principali vantaggi di questo metodo è la bassa invasività: il sistema infatti non interviene sulla struttura del muro in modo traumatico, come nei sistemi meccanici (taglio) e chimici (iniezione), eliminando quindi a priori ogni potenziale problematica di natura statica.

UF8 – LA FATTIBILITA' ECONOMICA DELL'ISOLAMENTO TERMICO AGGIUNTIVO

8.1 PERCHÉ ISOLARE UN AMBIENTE

Come tutti sappiamo, tra il corpo umano e I'ambiente circostante, vi è un continuo scambio di calore. Ciò consente all'uomo di autoregolare il "bilancio termico", attraverso la superficie cutanea, necessario per permettere un ottimale funzionamento del processo chimico biologico del metabolismo.

Chiaramente, se I'uomo viene a trovarsi in un ambiente a temperatura molto più bassa di quella, quasi costante, del suo corpo, a causa della grande migrazione di calore che si instaura fra il corpo e I'ambiente stesso, egli avvertirà una spiacevole sensazione di freddo.
Supponiamo invece adesso di trovarci in un ambiente avente temperatura dell'aria appena al di sotto di quella generalmente individuata come temperatura di comfort (e cioè, in periodo invernale, prossima ai 20°C), il quale sia delimitato da pareti, pavimenti e soffitti con temperatura superficiale molto bassa, prossima alla temperatura dell'aria esterna.
In questo caso, anche un minimo scarto, verso il basso, della temperatura dell'aria ambiente provocherebbe una sensazione di disagio; per contro, a parità di temperatura dell'aria ambiente, una temperatura superficiale delle pareti più elevata rispetto alla precedente, porta ad una maggiore sensazione di benessere.
Ciò perchè, in quest'uitimo caso, la temperatura ambiente risulta più uniforme nel suo complesso e risultano cosi ridotte al minimo le correnti d'aria o **"moti microconvettivi"** dovuti alle differenze di temperatura.
E' il concetto che viene sfruttato dagli impianti a **"pannelli radianti"** a pavimento, (ed anche a parete), i quali avvalendosi di una notevole superficie riscaldante possono funzionare con temperature di mandata del fluido

termoveftore relativamente basse (30/35°C), permettendo di ottenere una temperatura uniforme in tutto I'ambiente.

Con ciò è possibile impostare una minore temperatura dell'aria ambiente, a parità di comfort.

Risultato analogo può essere ottenuto con una buona coibentazione che sia in grado di innalzare la temperatura. superficiale delle facce interne delle pareti esterne. Un ottimo risultato, a tal proposito, si ottiene tramite una coibentazione a cappotto interno mediante materiali che abbiano una **"temperatura corporea"** elevata; si elimina cosi la sensazione della parete fredda (e non solo la sensazione) e quindi si ottiene un analogo livello di comfort, pur diminuendo di un grado o due la temperatura operante in ambiente.

Ciò consente un notevole risparmio energetico ed una migliore qualità dell'aria.

Quanto ora detto è un aspetto del quale tenere sempre più conto poichè la nuova Legge n° 10 del 9 Gennaio 1991 (Norme per I'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia), non si limita più ad imporre soltanto un limite massimo per le dispersioni termiche dell'edificio, ma introduce anche I'obbligo dell valutazione dei consurni energetici, attraverso la stima del fabbisogno energetico stagionale normalizzato (FEN).

Calcolo delle dispersioni termiche di un edificio

Per poter calcolare le dispersioni termiche dell'intero edificio, occorre conoscere la quantità di calore che può passare attraverso le superfici disperdenti costituenti l'involucro esterno. Per far questo è indispensabile calcolare, per ciascun componente (pareti, finestre, porte, solai ecc.) il coefficiente globale di trasmissione termica

K [W/M2 K], ottenibile dalla formula:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha i} + \frac{1}{\alpha e} + \sum_{i} \frac{si}{\lambda i} + Ra}$$

a	ADDUTTANZA UNITARIA O CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE Indica il flusso di calore che, per effetto combinato dell'irraggiamento della convezione passa da una superfice all'ambiente circostante, per m 2 di superficie e per °C di differenza tra la temperatura della superficie considerata e la temperatura dell'aria. Tali grandezze, che vengono anche correntemente chiamate coefficienti liminari, dipendono essenzialmente dalle condizioni di scambio superficiale aria/parete.
oci	Adduttanza unitaria nel caso di trasmissione del calore dall'ambiente alla parete (ammissione); (xe = Adduttanza unitaria nel caso di trasmis sione del calore dalla parete all'ambiente (emissione); 1/(x = RESISTENZA TERMICA UNITARIA ESTERNA [M2oC/W] ([M2 hOC/kcal])
si	spessore, in metri, degli strati che compongono la parete [m];
ki	COEFFICENTE DI CONDUTTIVITA' [W/mOC] ([kcal/h mOC]) Flusso di calore che attraversa una parete di materiale omogeneo, dello spessore di 1 m per rn 2 di superficie e per una differenza di 1° (Io si ottiene in laboratorio); Rappresenta il flusso di calore che passa da un locale, all'esterno (o ad un altro locale), attraverso una parete per metri quadrati di superficie della parete e per gradi centigradi di differenza tra la temperatura del locale e la temperatura esterna (o del locale contiguo).

N.B. LA RESISTENZA TERMICA UNITARIA DI UNA PARETE E' DATA DALL'INVERSO DELLA TRASMITTANZA UNITARIA E CIOE' DALL'INVERSO DEL COEFFICIENTE GLOBALE DI TRASMISSIONE **K.**

Tabella comparativa delle proprietà termiche dei solidi non metallici

	t	ϱ	c □	λ	$\alpha = \lambda / \varrho c$
Refrattari silicei	100	1700 □ 2000		0,81□ 1,34	
Refrattari silicei	500			1.16 □ 1.5	
Refrattari silicei	1000			1,4□ 1,9	-
Refrattari luminosi	100	1700□ 2000	836	0.46 □ 1.16	0,3 □0,7 x 10-6
Refrattari luminosi	500	-	1130		-
Refrattari luminosi	1000	-	-	0,7 □ 1,4	-
Grafite	20	2260	760	12 □ 17	0,7 □ 0,9 x 10-6
Calcestruzzo	20	1900□ 2300	880	0,8 □ 1,4	0,5 □0,9 10-6
Laterizi, asciutti	20	1600 □ 1800	840	0,4 □ 0,5	0,3 x 10-6
Terreno ghiaioso	20	2000	1800	0.5	0,15 x 10-6
Terreno sabbioso	20	1600	-	1.1	
Terreno argilloso	20	1450	880	1.3	1 x 10-6
Pietra arenaria	20	2100 □ 2300	700	1,6□ 2,1	1□ 1.3 x 10-6
Pietra calcarea	20	2500	900	9.7	0,7 x 10-6
Granito	20	2600	880	2.5	1,1 x 10-6
Vetro crown	20	2400 □ 2600	840	1.2	0,5 □ 0,6 x 10-6
Incrostazioni di caldaie	100	300 □ 2700	-	0,08□ 2,3	
Marmo	20	2500 □ 2700	800	2.8	1,4 x 10-6
Bakelite	20	1270	1590	0.23	0,11 x 10-6
Gomma	20	1100	1400	0,13 □ 0,23	0,08 x 0,15 x 10-6
Faggio, direz. assiale	20	700	-	0.35	-
Quercia, direz. radiale	20	600 □ 800	2400	0, 17 □ 0,21	0,11□ 0,12 x 10-6
Quercia, direz. assiale	20		-	0.37	
Quercia, direz. tangenziale	20		-	0.12	
Abete (um. 20%) direz. radiale	20	400 □ 420	2700	0.14	0,12 x 10-6
Abete, direz. assiale	20		-	0.25	

Abete, direz. tangenziale	20		-	0.11	
Carbone fossile	20	1200 □ 1500	1250	0.25	0,14 □ 0,16 x 10-6
Carbone polverizzato	20	700	1300	0.12	0,12 x 10-6
Sughero	20	150 □ 300	2000	0,04□ 0,05	0,13 □ 0,8 x 10-6
Polistirolo spugnoso	20	45	1300	0.04	0,7 x 10-6
Neve	0	200	-	1.5	
Ghiaccio	0	917	1900	2.2	1,2 x 10-6
Ghiaccio	-0	924	-	2.9	

Analisi dei costi economici ed ambientali

Per definire e valutare la fattibilità economica degli interventi di miglioramento energetico sono stati analizzati in dettaglio i costi relativi Ad un edificio progettato secondo la legge 10/91 (qh = 114 kWh/m2a) e quelli relativi ad un edificio rispondente al target passivhaus (qh = 15 kWh/m2a). Per la valutazione dei costi ci si è basati sul prezziario regionale e, ove non disponibili, sui preventivi di aziende specializzate per la realizzazione di sistemi e componenti speciali ancora poco diffusi sul mercato italiano.

Sotto è riportata l'incidenza delle voci di capitolato relativa rispettivamente all'edificio tradizionale e al target passivhaus. Il costo di costruzione dell'opera, escluso gli oneri di urbanizzazione primaria e secondaria, gli onorari dovuti ai professionisti e il prezzo dell'area, ammonta per l'edificio tradizionale a circa _ 89000,00, con un'incidenza su metro quadrato di circa _ 860,00, mentre per l'edificio riprogettato secondo il target passivhaus il costo di costruzione ammonta a _ 100200,00, con un'incidenza su metro quadrato di _ 920,00. Il maggiore costo di costruzione, pari circa al 12%, si calcola possa essere recuperato in circa 14 anni.

Incidenze delle voci di capitolato relative all'edificio tradizionale

SCAVI 1%
ARMATURE 5%
CONGLOMERATO CEMENTIZIO 12%
CASSEFORME 10%
SOLAI 9%
COPERTURA 4%
MURATURE 13%
ISOLANTI E IMPERMEABILIZZANTI 1%
PAVIMENTI E RIVESTIMENTI 7%
COMPONENTI FINESTRATI 10%
LATTONIERE E FABBRO 5%
INTONACI E TINTEGGIATURA IMPIANTO TERMICO 6%
IMPIANTO SANITARIO 4%
IMPIANTO ELETTRICO 4%

Incidenze delle voci di capitolato relative al target passivhaus

SCAVI 1%
ARMATURE 5%
CONGLOMERATO CEMENTIZIO 9%
CASSEFORME 9%
SOLAI 8%
COPERTURA 4%
MURATURE 6%
ISOLANTI E IMPERMEABILIZZANTI 8%
PAVIMENTI E RIVESTIMENTI 7%
COMPONENTI FINESTRATI 16%
LATTONIERE E INTONACI E TINTEGGIATURA 8%

IMPIANTO DI VENTILAZIONE 7%
IMPIANTO SANITARIO 4%
IMPIANTO ELETTRICO 3%

Per quanto attiene la valutazione dell'impatto ambientale dei due edifici sono state valutate le emissioni di CO2 dell'edificio tradizionale, riferite al gas metano, che ammontano a 3389 kg/CO2 all'anno, e quelle riferite ai consumi di energia elettrica, che ammontano a 1211 kg/CO2 all'anno, per un totale di emissioni pari a 4600 kg/CO2 all'anno. Nell'edificio passivo, invece, in cui sono eliminati i consumi di metano e si consumano circa 2554 kWh/a di energia elettrica, vengono emessi solo 1481 kg/CO2 all'anno. La costruzione dell'edificio passivo, oltre ad essere abbastanza conveniente dal punto di vista economico, costituisce quindi anche un importante contributo alla salvaguardia dell'ambiente ed alla riduzione delle emissioni di gas serra, e può quindi concorrere ad un più efficace raggiungimento degli obiettivi del protocollo di Kyoto e della certificazione energetica degli edifici.

Dall'analisi del panorama riferito ai consumi energetici, sia in ambito europeo che italiano, risulta evidente come si debbano adottare urgentemente politiche finalizzate all'implementazione dell'efficienza energetica dei manufatti edilizi. Ciò anche alla luce dell'entrata in vigore della certificazione energetica degli edifici che dal gennaio 2006 sarà cogente anche nel nostro paese. Le politiche di risparmio energetico adottate sia in ambito europeo che italiano dovranno pertanto prendere seriamente in esame target energetici in grado di ridurre i consumi di energia, sempre garantendo condizioni di comfort all'interno degli ambienti di vita, soprattutto se con l'ausilio di incentivi economici dalle Amministrazioni.
Fra i possibili target è stato verificato quello della passivhaus nell'ambito di una riprogettazione di un nuovo edificio residenziale nel centro Italia.

Dai dati ottenuti è emerso come, seppure con la necessità di ulteriori verifiche, tale target sia praticabile senza peraltro spingere le prestazioni dei componenti del sistema edificio-impianti ai valori limite proposti dal PHI di Darmstadt: è stato infatti possibile verificare come a fronte di costi di costruzione maggiori di circa un 12%, sia possibile ottenere elevate prestazioni termiche ed energetiche con extra costi recuperabili nell'arco di circa 14 anni, cioè in un periodo molto inferiore rispetto alla vita dell'edificio.

L'analisi economica dell'ipotesi di riprogettazione ha dimostrato un buon grado di fattibilità considerando che il mercato dei prodotti edilizi ed impiantistici, offrirà nei prossimi anni, in funzione di un nuovo equilibrio fra domanda ed offerta, sicuramente prodotti caratterizzati da un auspicabile migliore rapporto costi-prestazioni. Infine, appare importante la realizzazione di progetti pilota, soprattutto da parte di Pubbliche Amministrazioni, che rendano i target energetici della casa a basso consumo (ad esempio il target CasaClima A o B) e della passivhaus, adattata al contesto climatico locale ed alle peculiarità costruttive locali, praticabili anche nell'ambito dell'edilizia corrente o addirittura sovvenzionata come sta accadendo nella Provincia di Bolzano.

Fonti

Valutazione tecnico economica di un intervento di riprogettazione energetica basato sullo standard passivhaus

Cristina Carletti **– cristina.carletti@taed.unifi.it**

Giorgio Raffellini **– giorgio.raffellini@taed.unifi.it**

Fabio Sciurpi **– fabio.sciurpi@taed.unifi.it**

University of Florence, Department of Technology "P. Spadolini", Physical and Building

Quality Laboratory (FAQE), Via S. Niccolò 89/a, 50125 Florence, Italy

8.2 BUONA PRASSI

(www.agenziacasaclima.it)

Costa di meno isolare una casa, che rimbiancarla

Negli ultimi anni i prezzi dei combustibili sono aumentati di molto. Ogni proprietario o locatore d'edifi cio conosce questa problematica, specialmente se abita in edifici che non sono stati costruiti all'avanguardia della tecnologia attuale e quindi non rientrano nello standard Casa Clima. Non solo il prezzo è diventato un grande problema, ma questa fame insaziabile di combustibile ha liberato incredibili quantità di anidride carbonica – la diretta responsabile dell'effetto serra. Spesso si crede che responsabili di questo grave inquinamento siano il traffico e l'industria, ma in gran parte sono invece gli edifi ci. Nell'Unione Europea gli edifici consumano la maggior parte dell'energia, ancora di più che il traffico o l'industria. Il problema più grave sono proprio gli edifici esistenti. Mentre le costruzioni nuove vengono realizzate con lo Standard Casa Clima e quindi consumano poca energia, gli edifici di vecchia costruzione (il 75% di quelli presenti in Alto Adige hanno più di 25 anni) hanno un consumo molto elevato. Edifici di questa tipologia consumano di media 3 volte di più rispetto ad un immobile costruito secondo lo standard Casa Clima "C". Da questi dati emerge, che è necessario agire

soprattutto sugli edifici esistenti in quanto le perdite attraverso l'involucro sono le responsabili dei consumi elevati.

L'involucro, va esaminato in modo globale, ossia le pareti esterni, il tetto, i solai, le finestre e le porte. È quindi indispensabile valutare tutte le strutture e non solo alcuni parti dell'involucro. Solo in questo modo è possibile progettare e realizzare interventi di risanamento energetico validi ed efficaci nel ridurre notevolmente il fabbisogno energetico.

I vantaggi di un risanamento

Oltre alla riduzione del consumo d'energia e di conseguenza dei costi, un risanamento comporta anche i seguenti vantaggi: grazie alle temperature equilibrate delle superfici, aumenta il comfort abitativo, valorizza l'immobile e non ultimo diminuisce notevolmente l'impatto ambientale. La cosa più importante è un adeguato isolamento di tutte le parti dell'involucro dell'edificio. In certi casi è possibile ottenere degli ottimi risultati, anche con minime modifiche e quindi investimenti modesti. Gli Interventi per il risparmio energetico vengono inoltre incentivati dallo Stato in quanto è possibile detrarre dall'imponibile IRPEF il 55% della spesa in tre anni. Oltre a questo alcuni interventi vengono incentivati dalla Provincia Autonoma di Bolzano fino al 30%.

UF 9 – L'IMPIEGO DELLE ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI NELL'EDILIZIA

9.1 IL RISPARMIO ENERGETICO NELLE COSTRUZIONI

(Fonte: Fapi)

L'aumento della popolazione mondiale e della qualità dei servizi richiesti da un sempre maggior numero di abitanti e l'affacciarsi ai livelli di sviluppo industriale di interi continenti, rendono sempre più importanti gli effetti ambientali dell'uso delle fonti energetiche. In particolare è di tutta evidenza che i combustibili fossili, sui quali a tutt'oggi è basata la grandissima parte dei consumi mondiali di energia, sia per la loro disponibilità non rinnovabile sia per il loro costo progressivamente più alto sia per gli alti impatti che il loro utilizzo genera, richiedono lo sviluppo di nuove politiche energetiche per il nuovo millennio. Con gli attuali livelli di consumo il petrolio dovrà essere progressivamente sostituito ed i cambiamenti su scala globale del clima, che allarmano buona parte degli esperti del settore, richiedono una riduzione cospicua delle emissioni di gas a effetto serra 1. Pur non essendo questo aspetto completamente condiviso da tutti gli scienziati, lo sviluppo di fonti pulite di energia da utilizzare su più larga scala e soprattutto l'aumento significativo dell'efficienza con cui si produce e si usa l'energia sono obiettivi non più procrastinabili. Sono temi questi, già presentati in passato all'attenzione dei paesi industrializzati dalle crisi energetiche, temi che si ripresentano oggi come domanda fondamentale per sollecitare la costruzione di un futuro sostenibile in un pianeta fisicamente limitato ma con l'esigenza di un continuo miglioramento della qualità della vita e della quantità di persone da ospitare.

L'Europa, che attualmente consuma circa il 15% dell'energia utilizzata a livello mondiale, utilizza grandissima parte di questa energia per il riscaldamento e raffrescamento degli edifici.
Dall' 8 ottobre 2006 è divenuto obbligatorio anche in Italia il Certificato di Rendimento Energetico previsto per gli edifici in base all'applicazione del Decreto Legislativo n°192/2005. Il decreto fa seguito alla Direttiva CE n°91 del 2002 che indicava provvedimenti da assumere in favore del risparmio energetico per tutto il settore dell'edilizia e dell'impiantistica.

L'aumento del loro rendimento energetico occupa quindi un posto di rilievo nel complesso delle misure e degli interventi necessari per garantire uno sviluppo sostenibile ed una adeguata qualità ambientale.
La corretta gestione del fabbisogno energetico per il condizionamento dei fabbricati è infatti per l'Europa un importante strumento per equilibrare il mercato mondiale dell'energia e la sicurezza degli approvvigionamenti nel medio e lungo termine. Le previsioni sul futuro considerano il settore del condizionamento nel settore
edile in ulteriore espansione e quindi i consumi di energia e le emissioni di biossido di carbonio risultano in prospettiva in significativo aumento.
Sulla base delle tendenze attuali infatti, si prevede che presto l'Europa potrebbe dipendere dalle importazioni per una quota del 90% per soddisfare le sue esigenze di petrolio e per una quota dell'80% per il fabbisogno di gas naturale.
La potenzialità di risparmio sui consumi, calcolata in ragione del 20% del consumo attuale nel settore delle costruzioni, rappresenta quindi un traguardo importante per l'Unione europea.

Le esperienze già avviate nel settore, collocano per altro l'Europa in ottima posizione in termini di tecnologie e tecniche costruttive e non è superfluo considerare che la diffusione di questa nuova pratica costruttiva potrà portare alla creazione di numerosi nuovi posti di lavoro (alcune stime proposte indicano una nuova occupazione, diretta ed indiretta, per circa un milione di posti!).

Effetto sicuro di questa nuova attenzione al risparmio di energia sarebbe poi una consistente riduzione nell'emissione di gas ad effetto serra, aspetto che, pur nelle differenti valutazioni sulla consistenza reale del fenomeno a livello mondiale e sul suo reale impatto sulle modificazioni climatiche, procurerebbe sicuramente un miglioramento di qualità dell'aria a livello locale.
Le recenti normative comunitarie e nazionali tendono per questi motivi ad introdurre una strumentazione giuridica che favorisca interventi più concreti sulle modalità di controllo, al fine di realizzare un risparmio energetico reale e di ridurre l'ampio divario tra i diversi Stati membri in questo settore.

Obiettivi per un risparmio energetico diffuso.

L'obiettivo principale, per incidere concretamente sulla quota di energia "sprecata" nel condizionamento dei fabbricati, è quello guidare la progettazione e la realizzazione di prodotti da costruzione, edifici ed impianti di riscaldamento – condizionamento ed aerazione relativi, in modo da consentire in esercizio un basso consumo di energia, tenuto conto delle condizioni climatiche del luogo e nel rispetto del benessere degli occupanti, considerando ovviamente anche l'efficacia degli interventi proposti sotto il profilo dei costi.
Poiché tali aspetti influiscono sul consumo energetico a lungo termine, tutti i nuovi edifici dovrebbero essere assoggettati a prescrizioni che rendano massimo il loro rendimento energetico considerato in relazione alle locali condizioni climatiche.

Il risparmio energetico da perseguire (che si basa sulla definizione di "Rendimento Energetico di un edificio" data dalla direttiva CE 91 del 2002) è individuato dalla quantità di energia effettivamente consumata, o che si prevede possa essere necessaria, per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio stesso, compresi, tra gli altri, il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua sanitaria, il raffreddamento, la ventilazione e l'illuminazione degli ambienti.

Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori, calcolati tenendo conto della coibentazione, delle caratteristiche tecniche e di installazione, della progettazione e della posizione in relazione agli aspetti climatici, dell'esposizione al sole e dell'influenza delle strutture adiacenti, dell'esistenza di sistemi di generazione propria di energia e degli altri fattori, compreso il clima degli ambienti interni, che influenzano il fabbisogno energetico.
Va osservato che gli interventi che sono proposti sui componenti del sistema costruttivo introducono, negli esempi che per primi sono stati realizzati in Europa, materiali e soluzioni tipologiche che non sempre sono confacenti alle tecniche costruttive ed alle tipologie locali delle nostre regioni. Il metodo che viene sperimentato però, può sicuramente trovare soluzioni adeguate anche nelle situazioni che si presentano in queste nostre località.
La possibilità di incidere con i criteri del risparmio energetico sulla costruzione, si verifica infatti sia sul patrimonio edilizio esistente sia, con particolare effetto, su quello da costruire ed elementi non trascurabili di beneficio nei consumi si possono ottenere con un attento utilizzo anche dei fabbricati nello stato attuale (v. box). I dati Istat relativi al 14° Censimento della popolazione e delle abitazioni in Italia, mettono in luce un aumento del 16% delle abitazioni riscaldate nel decennio 1991-2001. Si evince infatti che nel 1991 le abitazioni riscaldate rappresentavano l'89% del totale delle abitazioni occupate, mentre nel 2001 rappresentano invece il 94%, percentuali queste che stanno ad indicare una penetrazione degli impianti di riscaldamento nella quasi totalità delle abitazioni. In termini di tipologia impiantistica sono gli impianti autonomi a far registrare l'incremento maggiore, mentre in flessione è il numero delle abitazioni con impianto centralizzato.

Analizzando i consumi per riscaldamento alla luce di queste informazioni concernenti le abitazioni, si possono intravedere dei miglioramenti in termini di efficienza energetica del parco impianti italiano 2. In relazione agli obiettivi delle nuove normative sul risparmio energetico, le migliori prassi dovrebbero essere

orientate ad un uso ottimale degli elementi costruttivi ed impiantistici che aiutino a conseguire un miglioramento del rendimento energetico. Altro aspetto non trascurabile per l'equilibrio del mercato delle fonti energetiche, riguarda l'utilizzo di fonti alternative rispetto ai combustibili di origine fossile. Per tali fonti, in genere, il potenziale dell'applicazione al settore delle costruzioni non è ancora analizzato in profondità e la fattibilità tecnica, ambientale ed economica di tali sistemi energetici alternativi dovrebbe essere accertata con metodi sistematici ed approfonditi, ad opera di strutture ufficiali certificate esse stesse, mediante uno studio che sappia individuare un insieme di misure di conservazione dell'energia, valutate per condizioni medie di mercato locale e tali che soddisfino criteri adeguati di costi/efficacia.

Il problema delle energie rinnovabili infatti non risulta ormai più rinviabile come esperienza diffusa nei vari paesi dell'Unione Europea, pur nella convinzione che nel breve periodo esse non potranno che rappresentare una quota non rilevante rispetto al fabbisogno complessivo determinato dalle esigenze di sviluppo. In attesa di una

soluzione globale però (la sperata fusione fredda?) il loro utilizzo va sicuramente incentivato e protetto.

Edifici a basso consumo energetico

A basso consumo energetico sono considerati quei fabbricati che hanno un fabbisogno termico inferiore a 5 khW/m2 anno. Costruire edifici di elevata efficienza energetica non è difficile. L'efficienza si ottiene partendo da accorgimenti semplici: giusto orientamento e compattezza della forma. Occorre inoltre un involucro edilizio termicamente ben isolato, impermeabile e senza ponti termici. Queste sono le misure più efficaci per ridurre i consumi energetici, creando così ottime condizioni per ulteriori miglioramenti dell'efficienza. In un edificio, che consuma poca energia, è molto più facile mantenere buone condizioni climatiche e coprire il rimanente fabbisogno energetico con le energie rinnovabili.

Orientamento

L'orientamento migliore è quello verso Sud, perché consente il migliore sfruttamento degli apporti solari in inverno. La facciata esposta a Sud è anche più facilmente ombreggiabile in estate. L'orientamento verso Sud non è sempre realizzabile, ma gli esempi dimostrano che anche edifici con un orientamento differente possono essere energeticamente efficienti.

Compattezza della forma

La compattezza dell'edificio incide sul fabbisogno energetico, perché si riscalda (o si raffredda) un volume e lo scambio termico con l'ambiente esterno avviene tramite la superficie.

Conferendo all'edificio una forma compatta, il rapporto tra superficie (S) e volume (V) diventa più vantaggioso. Il rapporto S/V di un edificio energeticamente efficiente dovrebbe essere < 0,6.

Isolamento termico

L'isolamento termico è la misura più efficace e più economica per ridurre il fabbisogno termico. I costi d'investimento si recuperano già entro pochi anni tramite i risparmi energetici ottenuti. Una kWh risparmiata mediante l'isolamento termico vale di più di una kWh risparmiata con l'uso del più efficiente sistema di riscaldamento/raffreddamento, perché la vita dei materiali termoisolanti è molto più lunga rispetto a quella degli impianti.

Assenza di ponti termici

I ponti termici aumentano notevolmente il fabbisogno termico e pertanto devono essere accuratamente evitati. Balconi ed altri elementi che normalmente

sporgono dalla facciata possono essere costruiti anche senza diretto contatto con l'edificio.

Impermeabilità dell'involucro

L'involucro di un edificio energeticamente efficiente deve essere impermeabile al vento, perché le infiltrazioni d'aria incontrollate attraverso giunti e fessure aumentano il fabbisogno termico. L'impermeabilità può essere accertata tramite un Blower-Door-Test. In condizioni di una differenza di pressione di 50 Pa (Pascal) il tasso di ricambio d'aria per infiltrazione (n50) deve essere compreso tra lo 0,2 e lo 0,6/h.

Finestre

Le finestre servono in primo luogo per illuminare gli ambienti con la luce naturale; in secondo luogo anche per captare gli apporti termici solari. In inverno, le finestre fanno perdere molto calore rispetto alle pareti, perché la loro trasmittanza è molto maggiore di queste ultime. Le finestre usate negli edifici a basso consumo energetcio hanno unatrasmittanza ridotta (U < 1,8 W/m2K) e una trasparenza che fa penetrare > 0,55 % della luce incidente. La dimensione delle finestre deve essere tale da non creare surriscaldamenti in estate.

Schermature

Le schermature svolgono varie funzioni: devono ombreggiare le finestre quando c'è troppo sole ed impedire così abbagliamenti e surriscaldamenti, riflettere la luce nella profondità dei locali migliorando così l'illuminazione naturale. Per svolgere queste funzioni le schermature dovrebbero essere regolabili.

Installazioni

Ventilazione controllata

Gli edifici energeticamente efficienti sono dotati di un impianto di ventilazione controllata. La ventilazione meccanica consuma energia elettrica, ma ha due essenziali vantaggi: è più precisa nel regolare il ricambio d'aria e può recuperare calore dall'aria in uscita. Il ricambio d'aria deve essere individualmente regolabile secondo le esigenze: per esempio, quando sono presenti molte persone e fumatori.

Recupero di calore

La ventilazione meccanica consente il recupero del calore dall'aria in uscita: Il recupero avviene per mezzo di scambiatori di calore che lo trasferiscono all'aria in entrata. Per ottenere un buon risultato di recupero, questi scambiatori devono avere un rendimento di almeno il 60-75 %. Scambiatori di calore interrati Il sistema di ventilazione meccanica può essere collegato anche a scambiatori interrati che consentono di riscaldare o di raffreddare l'aria in entrata, perché alla profondità di 100-150 cm, la temperatura della terra rimane quasi costante per tutto l'anno. L'aria esterna che attraversa lo scambiatore interrato si riscalda in inverno e si raffredda in estate.
In inverno, l'aria esterna di 0°C può assumere una temperatura fino a 10-12°C, mentre in estate, l'aria oltre i 30°C si raffredda fino a 25-27°C.

Riscaldamento

Al riscaldamento degli edifici ad alta efficienza energetica contribuiscono gli apporti solari captati dalle finestre e il calore emesso da persone ed apparecchi elettrici. Questi contributi non sono normalmente sufficienti per portare la temperatura interna ai desiderati 19-20°C, per cui si ha bisogno anche di un impianto di riscaldamento. La produzione di calore può essere affidata ad una caldaia a condensazione, ad una pompa di calore o, in certi casi, anche ad un collettore solare.

Acqua calda sanitaria

La produzione d'acqua calda sanitaria con collettori solari riduce notevolmente i consumi energetici ed è pertanto economica. Con il risparmio energetico ottenuto i costi di un collettore si recuperano in pochi anni.

Pannelli fotovoltaici

I pannelli fotovoltaici generano corrente continua a 12 o 24 V, che, trasformata in corrente alternata a 220 V, viene normalmente immessa nella rete della società erogatrice di energia elettrica, mentre il consumatore si serve direttamente dalla rete. Il sistema ha due vantaggi per il consumatore: garantisce la disponibilità d'energia elettrica in ogni momento e anche un guadagno, perché la società acquista la kWh fotovoltaica ad un prezzo maggiore di quello di una kWh erogata. Con questo guadagno, il cliente ammortizza il costo del suo impianto.

La progettazione

La progettazione di edifici ad alta efficienza energetica deve essere mirata ed accurata, quindi è un po' più impegnativa della progettazione di un fabbricato normale. Per ottenere un buon risultato occorre la collaborazione di vari specialisti fin dall'inizio dei lavori. A supporto della progettazione esistono oggi software che consentono il controllo dei risultati progettuali in ogni momento.

9.2 EFFICIENZA ENERGETICA E FONTI RINNOVABILI IN EDILIZIA:A CHE PUNTO SIAMO?

www.legambiente.fvg.it

Aprile 2008

L'edilizia svolge un ruolo decisivo per qualsiasi ragionamento che guardi al tema energia. I consumi legati agli usi civili rappresentano circa il 50% dei consumi elettrici e il 33% dei consumi energetici totali in Italia. La questione dell'edilizia è dunque un nodo fondamentale da affrontare nel nostro paese. La maggior parte del nostro patrimonio edilizio è stato costruito dopo la seconda guerra

mondiale (circa il 61% degli edifici ad uso abitativo) e ancora oggi si continua a costruire troppo e con tecniche e attenzioni progettuali che relegano la questione energetica in secondo piano. I due grandi campi di intervento sono dunque da un lato la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, dall'altra il rinnovamento del modo di costruire (e ricostruire dopo aver demolito). E' con la Legge10/91, che nel nostro paese si è introdotto l'obbligo di considerare il *fabbisogno di energia necessario per il riscaldamento invernale espresso in KWh/m2anno.* La Legge 10 doveva

porre le basi di una politica di efficienza energetica con una serie di norme che sarebbero state definite in dettaglio da successivi Decreti e tra queste, all'art. 30, veniva richiesta anche la "Certificazione energetica degli edifici". Le speranze sono però state disattese perché le norme di attuazione della legge 10 non furono mai emanate ed anzi si è dovuto aspettare fino al 2005 perché nel nostro paese si tornasse a porre l'attenzione sull'efficienza energetica degli edifici.

A che punto siamo

In Italia sono stati recentemente emanati provvedimenti di recepimento di alcune direttive europee che hanno l'obiettivo di dare impulso all'efficienza energetica in edilizia (Direttiva **2002/91 CE)** e alla diffusione delle fonti rinnovabili, Direttiva **2001/77 CE**. I provvedimenti sono il Dlgs 192/05 per quanto riguarda l'efficienza energetica nell'edilizia e il Dlgs 387/03 per quanto riguarda l'incentivazione delle fonti rinnovabili. Il Dlgs 192/05 è stato poi modificato dal Dlgs 311/06 per aumentarne l'efficacia.

Obiettivo dei provvedimenti che riguardano l'efficienza energetica è di rendere chiari per tutti le prestazioni degli edifici e di fissare degli obiettivi di miglioramento nelle nuove costruzioni graduali nel tempo. Come per gli elettrodomestici si definiscono delle classi di appartenenza crescenti che evidenziano i rendimenti degli edifici espressi in termini di consumi di kWh/m2 anno.

Nella tabella che segue è descritta la classificazione in vigore a Bolzano, dove la certificazione energetica è obbligatoria già da alcuni anni e dove è stato fissato come standard minimo per i nuovi interventi edilizi la classe C di fabbisogno di calore, espresso in termini di kilowattora al metro quadro per anno. Con la piena entrata in vigore del Dlgs 192/2005 tutti i nuovi edifici dovranno rientrare all'interno di una classificazione e soddisfare gli standard minimi definiti dal Decreto, differenti secondo le aree geografiche.

Gli standard della classificazione CasaClima di Bolzano

Classi	Fabbisogno di Calore
Classe A	≤ 30 kWh/m2 anno
Classe B	≤ 50 kWh/m2 anno
Classe C	≤ 70 kWh/m2 anno
Classe D	≤ 90 kWh/m2 anno
Classe E	≤ 120 kWh/m2 anno
Classe F	≤ 160 kWh/m2 anno
Classe G	≥ 160 kWh/m2 anno

Nella tabella seguente sono evidenziate le principali innovazioni e le relative scadenze introdotte dal Dlgs 311/06 (secondo le norme transitorie stabilite dell'Allegato I, fino alla data di entrata in vigore dei Decreti di cui all'art.4), inoltre in allegato sono indicati alcuni valori limite di prestazione energetica (a titolo esemplificativo sono indicati i valori per alcune delle Zone Climatiche).

INTERVENTI	*SCADENZE*						
	Attualmente (dal 1-1-06)	**1-7-2007**	**1-1-2008**	**1-7-2008**	**1-1-2009**	**1-7-2009**	**1-1-2010**
Certificazione energetica obbligatoria (mancano le linee guida)	Per i nuovi edifici e ristrutturazioni superiori a 1000m2	Edifici oggetto di compravendita, se superiori 1000m2		Edifici sotto 1000m2 se venduti complessivamente		I singoli appartamenti	
Prestazioni energetiche: (vedi ultima tabella)	Rivisti i limiti della legge 10/91		Limiti più restrittivi (allegato C, Dlgs 311/06)				Limiti più restrittivi (allegato C, Dlgs 311/06)
Fotovoltaico obbligatorio	Obbligo nelle nuove costruzioni e ristrutturazioni di oltre 100m2				1kW da fonti rinnovabili (Finanziaria 2008)		
Solare Termico obbligatorio (o altre fonti rinnovabili per l'energia termica)	50% di ACS (20% nei centri storici)						

Analizziamo nel merito le questioni principali.

Per quanto riguarda l'efficienza energetica in edilizia si fa riferimento al Dlgs 192/05, per i parametri di prestazione energetica dei nuovi edifici e nel caso di ristrutturazioni. Con le recenti modifiche si è avviato un percorso positivo che vedrà crescere negli anni, fino al 2010, l'efficienza energetica minima degli edifici italiani di nuova costruzione. Il problema è che in assenza dei Decreti attuativi alcuni provvedimenti - prime fra tutti le linee guida per la certificazione energetica degli edifici – non sono in vigore. Gli altri decreti di cui si aspetta la pubblicazione vanno ad intervenire sull'obbligo dell'inserimento di fonti

rinnovabili nell'edilizia. Rimangono poi le criticità generale che riguardano un controllo effettivo del rispetto delle prestazioni richieste dalla normativa, per evitare di ripetere l'esperienza della Legge 10/91. Per quanto riguarda l'inserimento delle fonti rinnovabili sebbene siano previsti dalla normativa interventi sia per l'esistente ristrutturato che per le nuove costruzioni, queste prescrizioni rimangono sulla carta, anche se per motivi diversi. Per quanto riguarda le nuove costruzioni, la Finanziaria 2008, tramite la modifica del testo unico sull'edilizia, prevede l'installazione obbligatoria nei nuovi interventi edilizi di fonti rinnovabili, almeno 1kW per ogni unità abitativa, dal 2009. Ma la norma non sarà realmente in vigore fin quando non sarà recepita nei Regolamenti Edilizi dei Comuni. (ad oggi non lo ha fatto quasi nessuno).

Un'altra norma, che riguarda sia nuove costruzioni che ristrutturazioni, potenzialmente più rilevante perché svincolata dalla scadenza annuale delle finanziarie, è quella contenuta nel Dlgs di modifica alla 192/05. Nell'allegato I infatti, è previsto che le nuove abitazioni e le ristrutturazioni (oltre un certo volume) debbano provvedere ad almeno il 50% del fabbisogno dell'ACS con fonti rinnovabili (quindi principalmente pannelli solari termici e impianti a biomassa) e installare pannelli fotovoltaici per l'energia elettrica. Per l'applicazione di queste misure si rimanda però alla pubblicazione di decreti attuativi che al momento non sono ancora stati emanati.

Gli Incentivi

Gli incentivi a favore delle **fonti rinnovabili** hanno avuto una rapida evoluzione nel corso degli ultimi anni. Attualmente per il **Fotovoltaico** è in vigore il cosiddetto "Conto Energia", incentivo che premia l'energia elettrica prodotta. Su tutta la produzione infatti, è riconosciuta una tariffa, garantita per 20 anni, che varia con le caratteristiche dell'impianto (in €/kWh). Nella tabella che segue sono indicati gli incentivi per le diverse tipologie di impianti. Nel calcolo della redditività economica dell'impianto si deve sommare all'incentivo la

vendita dell'energia prodotta alla rete o il risparmio nel caso di Scambio sul posto (più vantaggioso).

Potenza nominale dell'impianto P (kW)	**Impianti non integrati (a terra o non complanari)**	**Impianti parzialmente integrati (su coperture)**	**Impianti integrati (sostitutivi di parte delle coperture)**
1<=P<=3	0,40	0,44	0,49
3<P<=20	0,38	0,42	0,46
P>20	0,36	0,40	0,44

Per il **solare termico** è prevista la detrazione fiscale del 55% della spesa sostenuta l'installazione, compresa la progettazione e le eventuali opere murarie (grazie alla Finanziaria 2008 non è più necessario acquisire la certificazione energetica dell'edificio).

Nel caso dell'**eolico e di tutte le altre fonti rinnovabili** per l'energia elettrica, la Finanziaria 2008 ha esteso il tetto per accedere allo Scambio sul posto a 200 kW (finora era 20kW); inoltre ha introdotto la possibilità di usufruire del sistema di incentivo in Conto energia in alternativa ai Certificati Verdi per impianti di potenza inferiore a 200 kW per l'eolico e inferiore ad 1 MW per tutte le altre fonti. Questa novità è positiva perché permette di rendere più competitiva e semplice la realizzazione di progetti di piccola taglia. Le tariffe sono differenziate a seconda della competitività economica della tecnologia, e garantite per quindici anni. Per l'applicazione di questi nuovi meccanismi di incentivo sarà però necessario attendere i Decreti attuativi del Ministero dello Sviluppo Economico, e le disposizioni dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas.

Per le ristrutturazioni è possibile detrarre fiscalmente il 55% delle spese sostenute per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti, sia nel loro complesso che nei singoli elementi.

In particolare sono previsti:

- la **riqualificazione energetica:** è necessario raggiungere degli obiettivi complessivi di indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale dell'edificio, che siano del 20% inferiori ai valori delle tabelle di cui all'Allegato C del decreto del Ministro dell'Economia e delle Finanze del 19 Febbraio 2007;
- gli **interventi sull'involucro dell'edificio**, ovvero pareti esterne, finestre e infissi, pavimenti e coperture: è necessario rispettare i valori di trasmittanza termica indicati dalla tabella di cui all'allegato D del medesimo decreto.
- la **sostituzione di impianti di climatizzazione invernale**, ovvero le caldaie e il sistema di distribuzione del calore (valvole termostatiche ai termosifoni): devono rispettare valori di efficienza energetica indicati .

Per tutti questi interventi è necessario acquisire la certificazione energetica dell'edificio (non nel caso di sostituzione di finestre comprensive di infissi in singole unità immobiliari), una asseverazione di conformità degli interventi rilasciata da un tecnico, e inviare una scheda informativa degli interventi realizzati, unitamente alla copia dell'attestato di qualificazione energetica, a ENEA via posta o tramite il sito www.acs.enea.it.

Il ruolo delle regioni e degli enti locali

In attesa dei provvedimenti nazionali, dopo l'esempio della Provincia autonoma di Bolzano con la certificazione CasaClima, anche altre regioni (Marche, Piemonte, Toscana, Liguria, Lombardia...) hanno cominciato a dotarsi di linee guida per l'edilizia sostenibile e per la certificazione energetica.

Del resto il Dlgs 192/05 prevede esplicitamente un ruolo attivo delle regioni e degli enti locali.

In particolare negli Art. 9 e 10, si elencano una serie di compiti di carattere attuativo, di controllo, di studio sullo stato di attuazione del decreto e di promozione dell'uso razionale dell'energia. Il comma 3bis dell'Art. 9 impone alle

regioni di predisporre entro il 31 Dicembre 2008, in accordo con gli enti locali, un programma di sensibilizzazione e riqualificazione energetica, sviluppando i seguenti aspetti:

- realizzazione di campagne di informazione e sensibilizzazione;
- attivazione di accordi con le parti sociali coinvolte;
- applicazione di un sistema di certificazione energetica coerente al decreto;
- realizzazione di diagnosi energetiche;
- definizione di regole per eventuali incentivazioni locali;
- facoltà di promuovere strumenti di finanziamento agevolato.

Altre indicazioni molto importanti sono la richiesta di riferire periodicamente sullo stato di attuazione del decreto, e la raccomandazione di considerare le norme ivi contenute all'interno dei propri strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica. All'Art. 10 invece si fa riferimento principalmente al ruolo di monitoraggio, valutazione e studio della situazione in riferimento ad una possibile evoluzione della normativa nazionale e regionale.

Per i Comuni la Finanziaria 2008 (all'Art.1 comma 288) ribadisce che dal 2009, per il rilascio del permesso di costruire, dovrà essere prevista la certificazione energetica dell'edificio e altre caratteristiche finalizzate al risparmio idrico ed al reimpiego delle acque meteoriche (oltre, come già detto, la presenza di impianti per la produzione di energia elettrica per almeno 1 kW per ogni unità abitativa). Per quanto riguarda il solare la Finanziaria 2008 ha previsto il riconoscimento della tariffa più alta per gli impianti fotovoltaici realizzati da un ente locale indipendentemente dalla tipologia, il che rende molto vantaggiosi questi interventi per le amministrazioni pubbliche previsto dalla Finanziaria 2008.

Cosa manca

È fondamentale approvare rapidamente i Decreti attuativi di cui all'Art.4 del Dlgs 192/05 per quanto riguarda:

☐ l'efficienza energetica , primo fra tutti quello che definisca le Linee Guida per la certificazione energetica degli edifici - per uniformare il sistema di calcolo a livello nazionale, permetterne una più facile applicazione e controllo e una maggiore spendibilità sul mercato immobiliare – e gli altri per regolare la progettazione e l'esercizio degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva, e per le prestazioni dell'edilizia sovvenzionata e convenzionata, nonché la definizione dei requisiti professionali per gli esperti di certificazione energetica e ispezione degli impianti;

☐ le fonti rinnovabili nell'edilizia , per chiarire il quadro degli interventi obbligatori che riguardano solare fotovoltaico e termico negli edifici nuovi ed oggetto di ristrutturazione, introdotti dal Dlgs 311/06. Inoltre è importante procedere ad una rapida pubblicazione dei decreti e delle disposizioni tecniche dell'Autorità per l'energia elettrica ed il gas (AEEG) di cui alla Finanziaria 2008. In particolare rischiano di rimanere sulla carta provvedimenti importanti quali:

☐ l'estensione del sistema di incentivo in conto energia tutte le rinnovabili, per cui con decreto del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro dell'ambiente vanno specificate le modalità attuative (Art.2, comma 150, lettera a)) e pubblicate le relative delibere dell'AEEG (Art.2, comma 153);

☐ la possibilità di effettuare lo scambio sul posto per impianti fino a 200kW, le cui modalità devono essere stabilite con decreto del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro dell'ambiente (Art.2, comma 150, lettera a));

☐ la regolamentazione della filiera delle biomasse combustibili, per cui, mediante decreto del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro delle politiche agricole, devono essere stabiliti i criteri per la destinazione a scopi alimentari, industriali e energetici (Art.2, comma 150,

lettera b)), e le modalità con le quali i produttori devono garantirne la provenienza e la tracciabilità della filiera (Art.2, comma 150, lettera c));

Legambiente ritiene strategico fare dell'innovazione in edilizia un pilastro delle politiche energetiche, per rendere possibile uno scenario, completamente diverso dalla realtà odierna, in cui le case siano progettate e costruite per aver bisogno di pochissima energia per riscaldamento e raffrescamento, e quel poco provenga da fonti rinnovabili.
Per far questo proponiamo tre scelte fondamentali:
☐ Un cambio radicale nell'edilizia, un' evoluzione nel costruire che porti le nuove case e le ristrutturazioni edilizie di una certa consistenza verso la classe A, ovvero verso un minimo fabbisogno energetico ma con pari o maggiore comfort, già al 2010 su tutto il territorio nazionale;
☐ Valorizzare il contributo delle fonti energetiche rinnovabili (solare termico e fotovoltaico, biomasse, minieolico) e integrarle nei più efficienti sistemi di gestione di riscaldamento e raffrescamento, di produzione di energia elettrica. Per realizzare una rapida diffusione occorre stabilire l'obbligo di inserimento di pannelli solari termici e fotovoltaici nel caso di nuova costruzione (anche per il riscaldamento) e di ristrutturazione.
☐ Realizzare un vasto programma di riqualificazione energetica degli edifici pubblici (scuole, uffici, edilizia popolare, ecc.).

9.3 SEMPRE PIÙ ECOLOGICI. ESEMPIO DI TECNOLOGIE PER UNA CASA SEMPRE PIÙ ECOSOSTENIBILE

Esempio di casa unifamiliare certificata Casa Clima (classe A) (www.agenziacasaclima.it)

Trasformazione razionale: i proprietari di questa casetta unifamiliare vicino a Colonia in Germania sfruttano il calore dell'ambiente per il riscaldamento.

L'impianto fotovoltaico compensa l'utilizzo della corrente di una centrale elettrica poco efficiente per il funzionamento della pompa di calore. I moduli solari semitrasparenti (a sinistra) in estate forniscono ombra e frescura, oltre ad una luce piacevole.

In Germania l'attenzione all'ecologia e al risparmio energetico è da sempre molto forte. Abbiamo guardato oltre frontiera per capire quali sistemi e modelli vengono usato di più in Germania, paese che sta vivendo un vero e proprio boom di vendite delle pompe di calore che sfruttano la temperatura ambiente di aria, acqua e terreno, traendone energia. Sul mercato tedesco abbiamo potuto individuare più di cento modelli, molti dei quali disponibili in varie classi di rendimento. E sono sempre più ecologici. Günter Stiefel ha fatto grandi investimenti in tecnologia di riscaldamento. Quando nel 2001 è venuto il momento di sostituire la vecchia caldaia a gasolio della sua abitazione a Rutesheim, l'ingegnere ha optato per una pompa di calore. Il suo installatore di fiducia gli ha consigliato allora di installarne due: una per il riscaldamento dell'acqua per i sanitari ed una per il riscaldamento dell'abitazione. La pompa di calore, dedicata al riscaldamento dell'abitazione, ricava la sua energia dall'aria, attraverso uno scambiatore di calore posto sul tetto del garage. "Allora non era chiaro se sul nostro terreno sarebbe stato possibile sfruttare il calore geotermico con perforazioni profonde, per via delle falde acquifere presenti" spiega Günter Stiefel.

A Hegenlohe, presso Stoccarda, le cose stanno diversamente: qui il calore per una villetta unifamiliare proviene da due sonde poste nel terreno in con perforazioni di 99 m di profondità. Laggiù tutto l'anno c'è una temperatura di 12 - 14 gradi. La profondità delle perforazioni è stata fissata in modo "puramente burocratico", a partire dai 100 m di profondità infatti in Germania vige il diritto minerario. Le trivellazioni più profonde necessitano di complesse autorizzazioni. Grazie ad una pompa di calore elettrica, nella casa unifamiliare presso Stoccarda si ottiene, dal calore estratto dal terreno, una temperatura di 35 gradi. Questa temperatura è sufficiente per riscaldare l'aria di mandata di un

riscaldamento a pavimento, nonostante lo spessore del parquet sia di 15 millimetri. Oltre a questo, il proprietario ha optato per un grande impianto fotovoltaico. "Abbiamo valutato i costi di varie soluzioni, individuando questa come la soluzione più economica per un periodo di 20 anni", spiega il progettista Thomas Stark. L'impianto solare con rendimento di dodici chilowatt produce circa 10.000 chilowattora all'anno. In questo modo produce energia elettrica ecologica per la pompa di calore, non direttamente, ma almeno nel bilancio energetico, dato che la corrente prodotta viene immessa nella rete della società elettrica e retribuita in base alla legge sulle energie rinnovabili (EEG). Considerando un consumo energetico domestico di 3.500 chilowattora all'anno, ne rimarrebbero 6.500, che sono il fabbisogno della pompa di calore in un anno. In
questo modo si raggiunge l'obiettivo di rendere la casa a bilancio neutro di CO2.

Abitare a bilancio energetico neutro

Anche i proprietari di casa vicino Colonia, vorrebbero abitare con un bilancio energetico neutro. La loro casa dei sogni è costruita in modo aperto e luminoso, cosa che fa levitare i costi energetici. Ma non vogliono rinunciare al comfort. Il proprietario Wolfgang Lieth ha pertanto acquistato una pompa di calore usata da 18 chilowatt. Verrà alimentata da un piccolo ruscello che passa sulla proprietà. Soltanto in casi di emergenza dovrà essere impiegata la caldaia a gas. Unico ostacolo la parte burocratica: ottenere l'autorizzazione per l'utilizzo dell'acqua è stato molto faticoso. C'è poi anche una seconda pompa di calore con due chilowatt di rendimento, che Lieth ha acquistato a basso costo tramite internet su ebay. Con essa produce gran parte dell'acqua calda domestica. La pompa di calore ad aria è stata integrata nell'impianto di riscaldamento esistente in modo tale che, in caso di necessità, questo disattiva la pompa e si assume il riscaldamento dell'acqua. Il consumo di gas è calato da tre - quattro a 0,7 metri cubi al giorno.

Tecnologia affascinante

Le pompe di calore sfruttano il calore presente nel nostro ambiente portandolo ad un livello di temperatura con cui è possibile riscaldare delle case. Per attuare questo processo necessitano di energia, ad esempio corrente elettrica o gas. Per le case monofamiliari e bifamiliari dominano le pompe di calore a compressione, alimentate con energia elettrica. A seconda della fonte di calore, si parla di pompe di calore aria/acqua, terra/acqua o acqua/acqua, ovvero di macchine che estraggono da aria terra o acqua il calore che poi viene trasferito in casa all'acqua del circuito di riscaldamento. Il sistema è tanto più efficiente, quanto più piccola è la differenza

di temperatura tra fonte di calore e terminale. Per questo i sistemi di riscaldamento a bassa temperatura (riscaldamenti a pavimento o

a parete) con temperatura di mandata di circa 35 gradi Celsius, raggiungono un maggiore grado di efficienza rispetto, ad esempio, ai riscaldamenti a radiatori, che necessitano di temperature di mandata di almeno 50 gradi.

Il fascino di questa tecnologia consiste nel fatto che è possibile ottenere un rendimento termico varie volte maggiore dell'energia assorbita dal sistema come corrente elettrica. L'efficienza di una pompa di calore viene innanzitutto documentata dal coefficiente di prestazione, dichiarato dal produttore (detto anche COP, coefficient of performance).

Questo permette di confrontare tra loro diverse pompe di calore. Ciascun produttore è in grado di dichiarare il coefficiente delle proprie macchine, che rappresenta un primo punto di riferimento. Il COP viene misurato in condizioni ben definite in laboratorio, ad esempio con temperatura di ingresso di 10 gradi Celsius (ad esempio dell'acqua di falda) e 35 gradi di temperatura i uscita (ad esempio come mandata per il riscaldamento domestico). In tali condizioni di laboratorio una determinata pompa raggiunge, ad esempio, un coefficiente di prestazione sei: ossia un chilowattora di corrente elettrica produce sei chilowattora di calore.

L'efficienza energetica media rivela l'efficienza di un sistema

Molto più eloquente rispetto al COP è l'efficienza energetica media, che misura il rapporto tra consumo elettrico e calore utile prodotto nell'arco dell'intero anno. Un'efficienza energetica quattro indica che da una unità di energia di propulsione e tre unità di energia dell'ambiente, vengono effettivamente prodotte quattro unità di calore per il riscaldamento. Vale a dire che mentre il COP viene misurato in laboratorio su un unico apparecchio, l'efficienza energetica può essere determinata soltanto tenendo conto di tutti i componenti del sistema a pompa di calore, questo permette dunque di calcolare concretamente l'efficienza di un sistema da installare o di misurare quella di uno già installato. Produttori e installatori difficilmente daranno indicazioni a riguardo.

A livello politico la pompa di calore incontra opinioni divergenti. In presenza di buone effi cienze energetiche, viene considerata una valida alternativa alle fonti energetiche fossili, in caso di bassa efficienza, viene vista in modo critico.

Un'efficienza energetica media di 3,3 indica che da un chilowattora di energia elettrica, si ricavano, nella media annuale, 3,3 chilowattora in termini di calore. Il riferimento all'arco dell'intero anno è sempre importante, perchè il grado di efficacia, in particolare per le pompe di calore ad aria, dipende fortemente dalla temperatura esterna. Che questo valore-obiettivo venga effettivamente raggiunto, deve essere confermato dai contatori di calore e di corrente elettrica in casa. I valori di efficienza energetica media si possonotuttavia accertare soltanto nella pratica. La relazione tra immissione di corrente elettrica ed emissione di calore dipende da molti fattori, ma specialmente dalla temperatura della fonte di calore: più si raffredda l'aria, il terreno o l'acqua utilizzati, e più si riduce l'efficienza energetica.

Un altro fattore importante è poi la temperatura di mandata del riscaldamento: più è elevata, e più basso sarà il valore di efficienza energetica della pompa. E dato che generalmente l'acqua calda per uso domestico viene impostata a temperature più alte di quelle della mandata del riscaldamento, anche l'efficienza energetica ne risulta peggiore.

Secondo recenti pronostici, la componente di energia prodotta nel rispetto dell'ambiente aumenterà rapidamente nel mix di corrente, mentre calerà la componente prodotta con sistemi dannosi per l'ambiente. Questo significa che ogni singolo chilowattora di energia ecologica fa sì che le emissioni di anidride carbonica vengano in parte ridotte. Ne consegue che chi decide di sostituire la vecchia caldaia con una pompa di calore con efficienza energetica media 3, per quanto riguarda le emissioni di C02, già oggi si posiziona meglio di chi decide di installare una caldaia a metano.

Ogni chilowattora di energia per il riscaldamento prodotta con il metano, causa emissioni di C02 pari a 200 grammi. Le pompe di calore sono invece ecologiche esattamente nella misura in cui lo è l'energia che le alimenta. I migliori risultati sono stati raggiunti da pompe di calore che sfruttano il terreno e utilizzano un riscaldamento a pavimento; queste hanno raggiunto valori di efficienza energetica media da 3,3 a 3,4. Le pompe di calore ad acqua di falda hanno ottenuto risultati leggermente inferiori con una media di 3,0, mentre il fanalino di coda è rappresentato dalle pompe di calore ad aria, che con un riscaldamento a pavimento hanno raggiunto mediamente soltanto un valore di 2,83, e con riscaldamento a radiatori solo un misero 2,3. Secondo questo bilancio provvisorio degli studiosi, di 13 pompe di calore, soltanto una ha raggiunto un'efficienza energetica di 3,3, che è un criterio minimo per tutti gli impianti, per essere riconosciuti, in base alla nuova legge sul riscaldamento, come produttori di energie rinnovabili.

Fonte di calore terreno (collettore)

I collettori geotermici vengono collocati orizzontalmente nel terreno. Questo avviene generalmente circa 20 centimetri al di sotto del limite del gelo, ossia ad una profondità che va da 1,2 a 1,4 metri. Il sistema di solito è realizzato con tubi di polietilene posati in spire distanziate tra loro di circa 80 cm. Attraverso i tubi circola acqua con antigelo. Per questo sistema sono necessarie però grandi

superfici: già una casa a basso consumo energetico di 150 metri quadrati richiede almeno 300 metri quadrati di superfi cie di assorbimento, rendendo necessarie rilevanti movimentazioni di terreno. A paragone di una sonda geotermica, la posa dell'assorbitore è più economica, ma comporta limitazioni permanenti nell'utilizzo del terreno. La superficie sovrastante non può, ad esempio, nè essere edificata, nè asfaltata. Il terreno infatti si raffredda durante il funzionamento del sistema, e deve avere la possibilità di rigenerarsi. Per determinare se un sito è adatto, è determinante considerare le condizioni del terreno. A seconda del tipo di terreno è possibile estrarre più o meno energia. Il cosiddetto rendimento di estrazione in caso di terreno saturo d'acqua ammonta a 35 - 40 Watt per metro quadrato, in caso di terreno umido, argilloso si colloca tra 25 e 30 Watt e tra 10 e 15 Watt per metro quadrato in terreni asciutti e sabbiosi. Assolutamente inadatto è ad esempio il terreno ghiaioso. A seconda dello stato e delle condizioni del terreno, può essere necessario ottenere una autorizzazione, mentre in aree di tutela delle acque, le pompe di calore geotermiche sono fondamentalmente vietate.

Fonte di calore terreno (sonda)

Le sonde geotermiche vengono calate in verticale in un foro nel terreno. Generalmente raggiungono profondità di 99 metri per non entrare in contrasto con il diritto minerario. Ma anche le trivellazioni a profondità minori devono essere autorizzate dal punto di vista idrogeologico, cosa che include una perizia geologica. Il rendimento termico ottenibile dal terreno dipende dal tipo di sottosuolo. In media

una sonda arriva a 50 - 60 Watt per metro. Una pompa di calore da sei chilowatt, adeguata ad una casa a basso consumo energetico di 150 metri quadrati, necessiterebbe dunque di 120 metri di sonda nel terreno. Tale misura si potrebbe raggiungere con due trivellazioni di 60 metri. Per ogni metro di trivellazione (inclusa la sonda) vanno calcolati circa 50 Euro di spesa. Nel nostro esempio si genererebbero dunque costi per circa 6.000 Euro. Si tratta

comunque solo di una cifra indicativa, è infatti molto importante considerare le condizioni del terreno.

Fonte di calore di acqua di Falda

Dal punto di vista dell'efficienza energetica, l'acqua di falda è la fonte di calore migliore. La temperatura media annuale dell'acqua di falda solitamente è compresa tra sette e dodici gradi. D'altra parte, alle ottime possibilità di questa tecnologia si contrappone il notevole sforzo necessario per il reperimento della fonte. Per il funzionamento di una pompa di calore ad acqua di falda sono necessari due pozzi: un pozzo di estrazione e uno di scarico. L'acqua di falda viene convogliata alla pompa di calore, dove ne viene estratto calore. Infine l'acqua, più fredda di circa cinque gradi, viene condotta al pozzo di scarico, che deve sempre trovarsi più a valle rispetto a quello di estrazione, considerando la direzione di scorrimento della falda. La distanza tra i due pozzi dovrebbe essere di almeno 10 - 15 metri. Il livello di falda non dovrebbe trovarsi a più di 15 metri di profondità dalla superficie, perché altrimenti la pompa per l'estrazione dell'acqua farebbe andare alle stelle il consumo di energia elettrica per il pompaggio. Non tutti i siti offrono la quantità, qualità e temperatura dell'acqua necessarie ad un sistema di questo tipo. Inoltre esistono requisiti specifici per la qualità dell'acqua, e un'analisi chimica prima dell'inizio dei lavori è irrinunciabile. Se l'acqua è troppo ricca di impurità (ad esempio ferro e manganese), queste si possono depositare nel sistema di tubazioni, portando l'impianto a bloccarsi. Le sostanze solide presenti nell'acqua di falda producono maggiore usura. Al fine di evitare la corrosione, la conducibilità dell'acqua non deve superare i 450 microsiemens al centimetro (l'acqua potabile pulita ha un valore inferiore a 80). è necessario inoltre assicurarsi che l'acqua possa sempre essere assorbita dal pozzo di scarico. D'inverno, quando l'acqua raffreddata deve nuovamente disperdersi nel terreno, questo non è sempre garantito. Se la formazione di ghiaccio impedisce l'assorbimento dell'acqua nel terreno, la pompa di calore deve essere spenta. L'investimento per due pozzi profondi 15 metri ammonta

mediamente a 6.000 Euro complessivi. Gli impianti devono essere anche approvati dalle autorità delle acque. Un criterio di esclusione è la posizione in una area di tutela delle acque potabili.

Fonte di calore aria

Fuori o dentro: la pompa di calore ad aria lavora con l'energia termica sempre presente nell'ambiente. Persino temperature percepite dall'uomo come freddo, possono essere portate a livelli accettabili di riscaldamento, con l'energia elettrica. Questa tecnologia esiste anche per locali interni, con essa però si ottiene un raffreddamento. Ma questo effetto potrebbe essere anche desiderabile in una cantina. In questo caso è necessario fare attenzione che il solaio della cantina sia ben isolato. Lo sfruttamento dell'aria come fonte di calore comporta un minore sforzo di ricerca della fonte, perchè non richiede trivellazioni o scavi, e può avvenire in vari modi. Si può in alternativa aspirare l'aria, ad esempio, da una cantina o dall'esterno, e convogliarla direttamente alla pompa di calore, oppure si utilizzano degli assorbitori che assimilano la temperatura esterna. Un medium per il trasferimento termico porta poi il calore alla pompa di calore. Tali assorbitori generalmente sono montati in modo visibile, dato che l'aria deve poter circolare bene. Altrimenti si formerebbero delle isole di freddo che ridurrebbero l'efficienza del sistema. Lo sfruttamento del calore dell'aria è tuttavia, tra tutte le possibilità, quella meno efficiente dal punto di vista energetico, dato che le temperature dell'aria nella stagione fredda possono essere notevolmente più basse di quelle del terreno e dell'acqua di falda. Se la temperatura esterna scende al di sotto dei cinque gradi sotto lo zero, generalmente la resa calorica della pompa di calore non è più sufficiente e deve intervenire un riscaldamento supplementare. La temperatura alla quale questo avviene, viene detta "punto di bivalenza". Per il riscaldamento supplementare, di solito, si utilizza la corrente elettrica (quasi sempre mediante resistenza elettrica). Le pompe di calore raccolgono il calore presente nel nostro ambiente, che pertanto è rinnovabile e neutro dal punto di vista climatico,

dunque non dannoso. Se si alimentasse la pompa di calore con corrente ecologica, il bilancio di C02 risulterebbe ottimale: la corrente elettrica prodotta con sistemi ecologici trasforma il calore dell'ambiente in riscaldamento domestico ecologico.

Ecoabita: certificazione energetica a Reggio Emilia (www.ecoabita.it)

In Italia il 30% del fabbisogno energetico viene utilizzato dal settore dell'edilizia. Le nostre case consumano troppo: per il riscaldamento e il condizionamento (circa due terzi del totale), la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione, ecc...

I mutamenti climatici e i crescenti costi energetici ci dicono che è ora di cambiare. Intervenendo in modo appropriato è possibile ridurre questi consumi di oltre il 50%. Ecoabita è una certificazione che viene assegnata alle case (nuove o ristrutturate) per stabilire fin da subito il loro fabbisogno energetico. Come già da anni avviene per gli elettrodomestici, anche gli edifici vengono suddivisi in classi: A+ (i più efficienti), A, B, C, D .

Una casa certificata secondo gli standard Ecoabita

- consuma di meno: i consumi energetici di un edificio certificato Ecoabita sono pari a circa 1/3 dei consumi degli edifici convenzionali e inferiori del 25% rispetto alle prescrizioni di legge
- è più confortevole: gli edifici sono più salubri ed efficienti
- dura di più ed è un edificio di maggiore qualità
- è più controllata: il progetto e le opere vengono verificate da un soggetto terzo neutrale, il certificatore Ecoabita
- Inoltre la certificazione Ecoabita:
- promuove l'uso di energie rinnovabili
- lascia la massima libertà nelle scelte architettoniche, impiantistiche e dei materiali
- permette all'ente pubblico di essere punto di riferimento per un'edilizia virtuosa

I vantaggi per i proprietari: risparmio, sicurezza e tanto comfort.

La certificazione Ecoabita:

- aiuta ad orientarsi nel mercato edilizio scegliendo gli edifici più "risparmiosi" dal punto di vista energetico
- permette di conoscere in anticipo i consumi dell'abitazione e di conseguenza di prevederne i futuri costi di gestione, proprio come avviene per gli elettrodomestici e le automobili
- riduce di oltre il 60% i costi di energia rispetto ad un edificio tradizionale
- consente di avere una temperatura piacevole in tutte le zone dell'abitazione
- aumenta il comfort abitativo sia in inverno che in estate grazie alle finestre maggiormente isolanti e alle maggiori prestazioni dell'involucro degli edifici
- rappresenta una grande opportunità di risparmio per gli edifici esistenti

I vantaggi per progettisti, costruttori, operatori del settore: nuove opportunità professionali e di mercato.

La certificazione Ecoabita:

- sostituisce l'attestato di certificazione energetica, sia per l'ottenimento della detrazione del 55% prevista dalla finanziaria, sia per la compravendita di immobili
- apre nuove opportunità per il mercato, con l'utilizzo di tecniche di costruzione intelligenti e innovative
- è una garanzia per la casa nel suo insieme: involucro costruttivo e impiantistica
- apre nuove opportunità professionali grazie ai corsi di formazione Ecoabita per progettisti e costruttori

I vantaggi per gli Enti Pubblici: una politica energetica efficiente e responsabile.

La certificazione Ecoabita:

- aiuta l'Italia a rispettare il Protocollo di Kyoto: oggi infatti il nostro paese produce il 19% in più della quantità di CO2 prevista come obiettivo al 2012
- è un segnale importante per i cittadini: gli edifici pubblici realizzati secondo lo standard Ecoabita sono un modello di efficienza energetica e di responsabilità politica
- è parte integrante della politica regionale e provinciale per l'energia e la difesa del clima
- può essere richiesta come condizione nell'appalto di lavori pubblici o nell'attuazione di piani urbanistici

Alla scoperta di un edificio Ecoabita

Dati tecnici

Indice di prestazione energetica totale (EPi + EPasc) = -25% dei limiti regionali Fabbisogno di energia per la climatizzazione estiva = buona (sfasamento > 10 ore e attenuazione dell'onda termica < 0,30) Controlli: del progetto, in corso d'opera e a lavori ultimati, da parte del Comune anche avvalendosi di tecnici certificatori esterni

Raccomandazioni

Elementi opachi esterni: U<0,34 W/m2K

Finestre: Uw<1,7 W/m2K

Caratteristiche costruttive

- elevato isolamento termico degli elementi costruttivi esterni
- finestre termicamente efficienti
- contenimento dei ponti termici
- impermeabilizzazione adeguata dell'involucro

- alto rendimento nella produzione e distribuzione dell'energia termica per riscaldamento
- sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili
- massa d'accumulo termico elevata
- ricambio d'aria efficiente, eventualmente anche con recupero del calore

Come si ottiene la certificazione Ecoabita

Il procedimento della certificazione si articola in quattro fasi.

1. Sulla base dei dati di progetto (nel caso di un nuovo edificio) o da rilievo (per la ristrutturazione di un edificio esistente) si calcola l'indice di prestazione energetica dell'edificio
2. Contemporaneamente alla richiesta di permesso a costruire o DIA si richiede la certificazione energetica Ecoabita all'Ufficio tecnico del Comune in cui si realizza l'intervento (qualora questo abbia aderito alla Rete Ecoabita)
3. Il Comune, avvalendosi di tecnici certificatori accreditati all'interno dei corsi di formazione Ecoabita ed appositamente incaricati, effettua controlli del progetto, in corso d'opera e a lavori ultimati
4. Se i controlli, in ogni fase, dimostrano la corretta esecuzione di quanto dichiarato in sede di progetto, vengono rilasciati il certificato energetico Ecoabita e la targa riportante la classificazione energetica dell'edificio.

Nel Comune di Reggio Emilia la certificazione energetica Ecoabita è gratuita.

UF 10 – RICICLAGGIO DEI RIFIUTI GENERATI DALLE ATTIVIA' DI RISANAMENTO

10.1 RICICLABILITA' DI MATERIALI ISOLANTI UTILIZZATI PER IL RISANAMENTO EDILIZIO

(Fonte: Fapi)

Nell'operazione di risanamento edilizio diventa di particolare importanza, in un ottica di eco compatibilità ed impatto ambientale, la capacità di "riciclabilità" che i vari materiali utilizzati presentano.
In queste pagine viene presentato l'impatto ambientale e la capacità di riciclo di alcuni dei principali materiali utilizzati soprattutto per l'isolamento in casi di risanamento edilizio.

I materiali isolanti che verranno illustrati sono i seguenti

1. Cotone
2. Perlite soffiata
3. Polistirolo Espanso (EPS)
4. Polistirolo Estruso (XPS)
5. Lana di vetro e di roccia
6. Pannelli isolanti in fibra di legno
7. Sughero
8. Pannelli di materiale isolante minerale
9. Poliuretano (PUR)
10. Lana di pecora
11. Vetro cellulare
12. Cellulosa

1 Cotone

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

Il cotone è conforme ai criteri della materia prima inesauribile. E' disponibile soltanto in determinate regioni, per cui potrebbe richiedere trasporti su tragitto lungo. L'impiego di sostanze chimiche nella coltivazione del cotone è notevole. Il 20% del consumo mondiale di pesticidi è destinato alla coltivazione del cotone. Stando alle informazioni disponibili non vanno previsti effetti negativi sulla dal produttore. Nel compostaggio si verificherebbero lisciviazioni inammissibili a causa della presenza del sale di boro.

Attualmente l'industria del cotone sta attraversando una forte crisi, per cui la diffusione dei materiali isolanti a base di cotone potrebbe favorire una ripresa attraverso l'apertura di nuovi mercati.

2 Perlite soffiata

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

La perlite vulcanica è ancora sufficientemente disponibile in alcuni giacimenti in tutto il mondo. Il dispendio di energia per la sua produzione rientra nei livelli medi. Nella linea dei prodotti di questo tipo non rientrano sostanze pericolose per l'ambiente e la salute umana. L'unica eccezione è costituita dalle fonti di energia fossile necessari per l'espansione e il trasporto. Il materiale granulare sfuso può essere riapplicato. La perlite soffiata può essere smaltita nelle discariche specifiche per scarti di materiali da costruzione o nelle discariche di rifiuti di massa. Riguardo alla lavorazione è obbligatorio procedere con la massima cautela per evitare un eccessivo sviluppo di polvere.

Lo sviluppo di polvere è comunque meno problematico rispetto ad altri materiali, in quanto la perlite soffiata non presenta una struttura fibrosa. Può essere pertanto considerata un materiale isolante ben coibentante sotto l'aspetto termico. A scopo di prevenzione è preferibile evitare di utilizzare la perlite soffiata bitumata per coibentare gli ambienti interni.

3 Polistirolo espanso (EPS)

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

La produzione di materiale isolante a base di polistirolo è relativamente inquinante rispetto a quella dei materiali isolanti cosiddetti "naturali". Anche il bilancio energetico di un isolamento termico realizzato con polistirolo espanso risulta positivo già a distanza di 7-20 mesi, in quanto dopo questo periodo si osserva un risparmio di energia. Il polistirolo espanso viene riciclato in forma pura. In caso di smantellamento i sistemi termoisolanti devono essere separati in modo meccanico dallo strato di intonaco.

Il taglio mediante filo caldo va operato all'aperto, in quanto potrebbe provocare uno sprigionamento di stirene e di altri prodotti di scomposizione. Lo stirene è tossico per i nervi, tuttavia una volta montato il materiale la salute umana non viene compromessa in alcun modo.

Il polistirolo espanso è economico, collaudato sotto forma di materiale isolante di massa, e consigliabile con qualche limitazione. Nella maggior parte dei casi di applicazione possono essere utilizzati anche materiali isolanti in grado di provocare un inquinamento ambientale più ridotto, soprattutto in fase di produzione.

4 Polistirolo estruso (XPS)

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

La produzione di materiale isolante a base di polistirolo è relativamente inquinante rispetto a quella dei materiali isolanti cosiddetti "naturali" (vedere anche il paragrafo dedicato al polistirolo espanso).

Un grosso problema sotto l'aspetto ecologico è costituito dai propellenti a base di CFC ancora leciti pochi anni fa. Il propellente inglobato all'interno dei pori viene rilasciato lentamente. Circa la metà dei gas cellulari fuoriesce nel giro di 10 o 20 anni, per cui soprattutto i materiali isolanti a base di polistirolo espanso con CFC già installati sono inquinanti.

Nei moderni impianti di incenerimento rifiuti domestici i CFC vengono distrutti pressoché completamente. Esistono metodi di riciclaggio di sostanze e prodotti

chimici, tuttavia per il momento non si hanno informazioni su un riciclaggio specifico del polistirolo estruso di una certa rilevanza sotto il profilo quantitativo.

L'impiego di CFC alogenati al 100% nei materiali isolanti è vietato a causa dell'effetto devastante che esercitano sull'ozonosfera e, per altro, presentano anche un potenziale di effetto serra 16.000 volte maggiore rispetto alla CO2. L'H-CFC 142b finora maggiormente impiegato è vero che riduce l'effetto distruttivo dell'ozonosfera al 5% circa, tuttavia il potenziale di effetto serra è sempre ancora molto maggiore rispetto a quello della CO2.

Quale materiale per i tetti a struttura inversa e l'isolamento perimetrale il polistirolo estruso praticamente non ha concorrenti, tuttavia occorre tenere presente che:

• soltanto l'utilizzo di CO2 come propellente può essere considerato ecologico;

• il vecchio polistirolo estruso espanso con CFC deve essere smaltito a parte;

• il taglio mediante filo caldo va operato all'aperto, in quanto potrebbe provocare uno sprigionamento di stirene e di altri prodotti di scomposizione.

5 Lana di vetro e di roccia

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

Le materie prime di natura minerale sono disponibili in quantità praticamente inesauribile.

L'inquinamento ambientale provocato dalla relativa produzione riguarda soprattutto il consumo di energia necessario per la fusione delle sostanze minerali di partenza. Le polveri di fibra minerale artificiale vengono discusse in modo critico a livello internazionale a causa del loro potere cancerogeno. Sulla base delle conoscenze scientifiche attualmente disponibili non sembra tuttavia esservi alcun rischio per la salute umana, se le polveri di fibra presentano un sufficiente grado di biodegradabilità, e quindi una permanenza soltanto breve all'interno dell'organismo umano.

Durante i lavori di isolamento con prodotti in fibre minerali artificiali si può avvertire sulla pelle una sensazione passeggera di prurito, dovuta all'azione meccanica delle polveri di fibra minerale.
Durante i lavori di ristrutturazione è possibile riutilizzare il materiale isolante, se non è impregnato di umidità oppure imbrattato o contaminato.
I materiali isolanti a base di fibre minerali presentano un'alta versatilità d'uso se resi stagni al vento e all'umidità, misura che per altro serve nel contempo per arginare il rilascio di fibre fini.

6 Pannelli isolanti in fibra di legno

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

Le materie prime sono inesauribili e pertanto disponibili in misura praticamente illimitata per il relativo utilizzo. La domanda di materiali isolanti a base di plastica da qualche decennio a questa parte nel settore edilizio ha leggermente preso il sopravvento su quella dei pannelli in fibra di legno. Il consumo di energia durante la produzione è relativamente alto. L'inquinamento ambientale per effetto delle acque sporche scaricate durante la produzione viene ridotto al minimo attraverso una circolazione in circuiti chiusi. I resti dei pannelli isolanti in fibra di legno possono essere lavorati per produrre nuovi materiali isolanti oppure destinati al compostaggio. I pannelli bitumati non vanno assolutamente utilizzati come combustibile per riscaldamento. L'applicazione dei pannelli bitumati è sconsigliabile soprattutto nella sezione interna. Questo materiale isolante è sostanzialmente conforme ai requisiti richiesti per un prodotto ecologico e rappresenta pertanto un'alternativa ai. materiali isolanti in plastica o fibra minerale.

7 Sughero

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

La quercia da sughero cresce nel bacino del Mediterraneo, in particolare in Portogallo. La corteccia offre una protezione dal freddo e dal caldo, per cui la quercia da sughero è in grado di sopravvivere a incendi di breve durata. Col tempo le capacità possono aumentare, in quanto attualmente viene lavorata soltanto una parte delle risorse di sughero disponibili e le superfici di coltivazione vengono continuamente ampliate. La coltivazione della quercia da sughero è vantaggiosa sotto l'aspetto ecologico, in quanto favorisce anche la crescita di altre piante, arbusti ed erbe. L'artigianato tradizionale garantisce parecchi posti di lavoro. La scortecciatura viene operata circa ogni 10 anni, ed è regolamentata dalle disposizioni di legge. Il trasporto, su un tragitto piuttosto lungo, viene effettuato per lo più mediante camion. Il dispendio di energia durante la produzione è molto ridotto.

Il sughero è un materiale riciclabile. La versione espansa senza aggiunta di altre sostanze è putrescibile nel terreno o in composta. Il sughero espanso sviluppa spesso un odore molto forte, con possibilità di sprigionamento di sostanze cancerogene (idrocarburi aromatici policiclici).

Nell'applicazione in ambienti interni è richiesta la presentazione di un certificato di prova sui materiali relativo all'accertamento degli idrocarburi aromatici policiclici.

8 Pannelli di materiale isolante minerale

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

Per la produzione dei pannelli di materiale isolante minerale non vengono adottati procedimenti inquinanti per l'ambiente, ed inoltre occorre un dispendio di energia di media entità. Le spese di trasporto per l'acquisto delle materie prime è relativamente contenuto. Le materie prime sono esauribili, ma non vi è penuria.

Durante la produzione non si manifestano fenomeni inquinanti pericolosi per la salute umana o in grado di compromettere il terreno e le acque, in quanto il processo adottato non prevede lo scarico di acque sporche. L'aria viene inquinata attraverso l'energia utilizzata per la consolidazione e l'asciugatura del materiale. Durante la lavorazione dei pannelli di materiale isolante minerale, oltre alle misure comuni di tutela del lavoro non è necessario adottare provvedimenti di prevenzione particolari.

Utilizzando il prodotto a regola d'arte non vi sono rischi né per la salute umana né per l'ambiente.

In caso di incorporamento a secco il prodotto, rimosso a parte, può essere riutilizzato oppure smaltito senza problemi nelle discariche specifiche per gli scarti di materiali da costruzione.

L'inquinamento radioattivo per effetto della naturale radioattività delle materiale di base minerali non raggiunge valori elevati all'interno degli ambienti, se il prodotto viene destinato all'uso regolamentare.

I gas distillati a bassa temperatura sprigionati in caso di incendio non vanno considerati pericolosi.

9 Poliuretano (PUR)

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

I prodotti di partenza utilizzati per la produzione del poliuretano derivano dal petrolio e da materie prime riproducibili (zucchero di barbabietola).

Un problema ecologico di una certa entità è costituito dai propellenti a base di CFC utilizzati fino a poco tempo fa, in quanto il propellente inglobato all'interno dei pori fuori esce lentamente. Si prevedono tempi di dimezza mento di circa 100 anni.

Alla luce di quanto appena detto, il poliuretano espanso con CFC deve essere smaltito secondo modalità particolari. Nei moderni impianti di incenerimento rifiuti domestici i CFC vengono distrutti pressoché completamente. Esistono metodi di riciclaggio di sostanze e prodotti chimici, tuttavia riguardano soltanto

gli scarti puliti della produzione e dei cantieri. I materiali isolanti incollati con bitume o cartone catramato vanno smaltiti in un impianto di incenerimento rifiuti soltanto dopo che è stato rimosso il pro peli ente alogenato.
Dopo il montaggio non vi sono pericoli per la salute umana. Durante il taglio a formato è opportuno evitare di inalare le polveri, in modo da prevenire un'eventuale irritazione meccanica delle vie respiratorie.
Il poliuretano è un materiale isolante prodotto secondo un processo complesso che richiede un cospicuo dispendio di energia e che dà origine a inquinamento e a rischi d'altro tipo per effetto dei veleni.

Schiume ad applicazione locale e per montaggio a base di poliuretano

Un caso particolare di isolamento termico è costituito dagli espansi locali e di montaggio, utilizzati come materiali isolanti per applicazioni speciali, ma in particolare a scopo di montaggio ed ermetizzazione.
Gli elementi strutturali incollati creeranno inevitabilmente grosse difficoltà al momento dello smaltimento differenziato per tipo di materiali. Le vecchie schiume ad applicazione locale e per montaggio contengono CFC, per cui dovranno essere smaltite come materiali problematici.
Gli espansi poliuretanici non sono solidi alla luce del sole. Assorbono umidità e non reggono le gelate.
In caso di incendio sprigionano gas nocivi per la salute umana come i materiali isolanti a base di poliuretano.
Schiume a un componente: si solidificano pressoché immediatamente per effetto dell'azione combinata dell'umidità dell'aria.
Schiume a due componenti: reagiscono soltanto in cantiere.
Le schiume per montaggio servono per ermetizzare giunzioni e tetti, per isolare le tubazioni per riscaldamento e acqua calda, per chiudere brecce e per inglobare installazioni elettriche. Per l'applicazione di finestre e delle porte di accesso all'edificio e ai balconi non deve essere utilizzata soltanto una schiuma di montaggio, bensì va operato anche un fissaggio upplementare di tipo

meccanico. Per il montaggio dei telai delle porte in metallo sono adatte soltanto le schiume a due componenti a indurimento rapido di durata compresa tra 30 e 45 minuti.

• Nel corso della lavorazione delle schiume ad applicazione localizzata e nelle prime ore ad essa immediatamente successive lo sprigiona mento di diisocianati costituisce un pericolo.

Gli isocianati liberi irritano le mucose e possono provocare attacchi di tosse, reazioni allergiche e attacchi d'asma. In Austria i problemi delle vie respiratorie provocati dagli isocianati vengono considerati come malattie professionali.

• Durante la lavorazione occorre provvedere ad una buona aerazione del locale e/o ad una protezione adeguata delle vie respiratorie!

Quali alternative per l'ermetizzazione di finestre e porte possono essere prese in considerazione trecce di canapa, cotone o lino e masse di riempimento in sughero (reperibili presso i punti vendita di materiali per l'edilizia ecologici).

Quali propellenti è preferibile utilizzare propano/butano piuttosto che H-FC.

10. Lana di pecora

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

L'allevamento ovino in larga scala contribuisce alla conservazione del paesaggio colturale e culturale.

Il dispendio di energia per la produzione dei materiali isolanti a base di lana di pecora è in proporzione piuttosto basso. Le condizioni di produzione possono essere giudicate positive, mentre l'uso di pesticidi può creare qualche problema nel caso dei grandi allevamenti. I tragitti di trasporto in taluni casi piuttosto lunghi possono essere considerati critici.

La lana di pecora può essere riutilizzata, all'occorrenza potrebbe rivelarsi necessario rinnovare l'impregnatura. Alcuni produttori addirittura la ritirano per trasformarla in lana da tamponatura o in pannelli isolanti. Il compostaggio è possibile entro poche settimane. A questo scopo deve essere rimossa la griglia a base di poliammide eventualmente presente. I prodotti impregnanti con sale

di boro non sono idonei per il compostaggio, in quanto provocherebbero lisciviazioni inammissibili.

Attualmente non si sa nulla sulla reazione delle sostanze utilizzate per il trattamento antitarme durante il compostaggio. A differenza delle fibre vegetali la lana di pecora richiede qualche misura contro gli attacchi dei parassiti. Una volta montato però il materiale non dovrebbe creare problemi in questo senso. Nel settore tessile la sostanza attiva del derivato dell'urea Mitin è in uso da oltre 50 anni (marchio di qualità delle lane). Nelle regioni mitteleuropee la lana di pecora è un sottoprodotto dell'allevamento delle pecore madri, e appare opportuno trasformare la lana in eccedenza in un prodotto a lunga durata anziché bruciarla o interrarla mediante aratura. La lana di pecora costituisce un'alternativa interessante nel settore dei materiali isolanti.

11 Vetro cellulare

Considerazioni relative all'aspetto ecologico e sanitario

Le materie prime necessarie per la produzione del vetro cellulare sono disponibili in quantità pressoché illimitata. Il dispendio di energia durante la produzione è elevato, è possibile un inquinamento della postazione di lavoro per effetto del gas di idrogeno solforato sprigionato durante il processo di espansione. Il prodotto non è riciclabile, in quanto la presenza del materiale di incollaggio ne impedisce lo smontaggio senza rottura. Il deposito in discarica non sembra creare problemi e il materiale è idoneo al deposito in discariche specifiche per scarti di materiali da costruzione.

Durante la lavorazione occorre badare di utilizzare collanti non pericolosi per la salute. Dopo il montaggio non risulta una possibilità di insorgenza di problemi. Nella porzione delle pareti a contatto con la terra e per i tetti a struttura inversa il vetro cellulare costituisce l'unica alternativa possibile ai pannelli in plastica, e presenta caratteristiche particolari (p.es. una resistenza alla compressione senza deformazioni), che potrebbero all'occorrenza consentire un risparmio di materiale in altre sezioni.

12 Cellulosa

Considerazioni sull'aspetto ecologico e sanitario

L'utilizzo di carta straccia mediante un processo di riciclaggio è molto indicato sotto l'aspetto ecologico, ed inoltre il dispendio di energia e l'inquinamento ambientale è contenuto.

Il materiale isolante a base di cellulosa può essere asportato mediante aspirazione e reinsufflato nelle costruzioni. Non può essere deposto in discarica in quanto nell'acqua d'infiltrazione della discarica il borato verrebbe dilavato in misura inammissibile. Nel caso dell'incenerimento ad alta temperatura i sali di boro vengono stabilizzati nella scoria.

• Si sconsiglia un montaggio fai da te per i seguenti motivi:

Bisogna essere capaci ad applicare il materiale in modo tale da evitare in primo luogo eventuali cedimenti per assestamento, ed in secondo luogo un inquinamento per effetto delle fibre fini. Se il montaggio viene operato da un'impresa specializzata, tutte le persone che eseguono o assistono l'applicazione devono utilizzare una maschera parapolvere. I freni al vapore vanno incollati in modo accurato.

Il prodotto aperto va tenuto lontano dalla portata dei bambini, in quanto la pelle infantile può assorbire i sali di boro. E' esclusa la possibilità di intossicazioni croniche, in quanto i borati vengono separati in virtù della loro idrosolubilità. Se lavorati correttamente, i materiali isolanti a base di cellulosa sono ecologici e molto idonei sotto l'aspetto della termotecnica.

10.2 – ESEMPI DI MATERIALI BIOECOCOMPATIBILI UTILIZZATI IN RISANAMENTO EDILIZIO (www.poroto.it)

In riferimento all'analisi dei materiali presentata nel precedente paragrafo è significativo segnalare l'esistenza e il sempre più diffuso impiego in risanamento edilizio di prodotti bioecocompatibili e derivanti da materie naturali che presentano naturalmente un minore impatto ambientale e assicurano una quasi completa riciclabilità.

Materiali e prodotti bioecocompatibili derivati da materie prime naturali

In questa categoria rientrano i materiali migliori in assoluto per l'architettura bioecologica, in primo luogo perché si rivelano estremamente sani sia per gli utenti finali che per le costruzioni stesse. Essi infatti, se posati con tecniche adeguate, non comportano i problemi comuni dell'edilizia corrente, quali ponti termici, umidità e trasmissione del rumore, e nel contempo garantiscono bassi consumi per il riscaldamento ed il raffrescamento, in virtù della loro capacità di accumulare il calore. Essi non producono in genere inquinamento e, una volta terminata la loro funzione, possono essere dismessi senza pericoli per l'ambiente.

In generale le caratteristiche che li contraddistinguono sono legate all'origine esclusivamente naturale delle materie prime e quindi alle peculiarità biologiche, quali:

- coibenza termica;
- capacità di accumulo del calore;
- temperatura superficiale stabile e conforme a quella dell'aria degli ambienti confinati;

- igroscopicità, ovvero capacità di assorbire o cedere l'umidità a seconda della necessità;
- traspirabilità, connessa alle proprietà di diffusione e di ventilazione che non ostacolano il passaggio di aria e vapore tra ambiente interno ed esterno, liberando le strutture dal problema dell'umidità;
- assorbimento, inteso come capacità di assorbire, filtrare e rigenerare le sostanze volatili per lo più nocive presenti negli ambienti confinati;
- permeabilità alle radiazioni naturali, microonde con frequenze oscillanti attorno ai 3000 mega Hertz, per favorire un salubre rapporto con le funzioni vitali dell'ambiente circostante.

A questa categoria appartengono i materiali "tradizionali" dell'architettura bioecologica di origine quasi esclusivamente naturale, come i lapidei (pietre e marmi), i laterizi, l'argilla, gli intonaci a base di calce, il legno, il bambù ed il sughero, i numerosi materiali organici per isolamento. Nel caso in cui essi richiedano un qualunque tipo di finitura, è necessario ricorrere a prodotti altrettanto naturali, generalmente a base di oli, cere, per non vanificare le qualità positive sopra citate.

I pannelli in OSB sono un materiale ecocompatibile a proposito del quale è importante effettuare una scelta "consapevole", optando per prodotti incollati senza formaldeide ai fini di ridurre la nocività del materiale o in alternativa per quelli a ridotta emissione di formaldeide, contrassegnati dalla sigla E1.

Materiali e prodotti ecocompatibili provenienti da materie prime rinnovabili

Per questi prodotti non si può parlare di biologicità in senso stretto, anche se comunque non si perde mai di vista il requisito della loro atossicità nei confronti degli utenti (soprattutto nelle prime fasi del ciclo di vita). Se per i prodotti bioecocompatibili l'EMAS fissa la soglia minima dell'85% di materie prime di origine esclusivamente naturale, si parla di materiale ecocompatibile quando si sta sotto a questa soglia ma si ha ancora a che fare con una grossa percentuale di materie prime rinnovabili e/o ancora largamente disponibili. In conseguenza di ciò si riducono generalmente le prestazioni relative alle qualità biologiche elencate nel punto precedente, ma diventa più importante il requisito della riciclabilità in caso di dismissione del materiale, sia come inerte di un nuovo prodotto edile che come materia prima "seconda" di un nuovo prodotto facilmente trasformabile; ciò a compensazione del fatto che non ne è sempre garantita la completa biodegradabilità. Inoltre i processi di trasfo rmazione delle materie prime ed i trasporti devono essere a ridotto consumo energetico e non devono comunque comportare condizioni di lavoro dannose per la salute. Tra gli esempi di questa categoria troviamo, oltre al vetro, completamente riciclabile, il legno "ricostruito" appartenente alla categoria E1 (bassa emissione di formaldeide), in cui i collanti utilizzati sono a base poliuretanica per evitare le emissioni di formaldeide; vi appartengono poi alcuni prodotti coibenti, come i pannelli di legno mineralizzato, o quelli utilizzati per il riempimento, come l'argilla espansa e la perlite.

Tab. 1 - Una "Checklist" per la selezione dei materiali ecocompatibili.[2]

CARATTERISTICHE DEL MATERIALE	ECOCOMPATIBILE	NON COMPATIBILE
Disponibilità materie prime	Rinnovabile / abbondante	Non rinnovabile / raro
Distanza dalla fonte (più è vicina, minore è l'energia consumata per il trasporto)	Vicina	Lontana
Energia incorporata nel materiale (energia consumata dall'estrazione delle materie prime al prodotto finito)	Bassa	Alta
Frazione riciclata (proporzione di contenuto riciclato)	Alta	Bassa
Produzione di emissioni inquinanti (aria, acqua, terra)	Zero / Bassa	Alta
Produzione di rifiuti e scarti in produzione	Zero / Bassa	Alta
Produzione di sostanze nocive	Zero / Bassa	Alta
Riciclabilità e riuso	Alta	Bassa
Produzione di rifiuti in dismissione	Zero / Bassa	Alta
Ciclicità (facilità di riciclaggio del prodotto)	Alta	Bassa

Materiali e prodotti innovativi provenienti da materiali di riciclaggio non pericolosi

Grazie all'impiego di nuove tecnologie c'è oggi sempre maggiore possibilità di ricavare nuovi prodotti da materie prime seconde, ovvero da rifiuti o scarti di produzione che non derivano necessariamente dall'industria edilizia. Anche in questo caso è necessario garantire la estrema atossicità dei prodotti, la cui ecologicità deriva dal fatto di ridurre l'impiego di materie prime "nobili" e nel frattempo la quantità di rifiuti da smaltire. L'importante è che i processi di riciclo non richiedano un impiego di energia maggiore di quella impiegata per la

realizzazione di un prodotto analogo in modo tradizionale; un esempio: in genere gli elementi in metallo o plastica provenienti da materie prime riciclate presentano una "energia propria" (ovvero consumata per ottenere il prodotto finito) che va dal 50 al 10% di quella degli stessi prodotti con materiale "originale", e ciò gioca a favore della loro ecologicità. In contrapposizione alla massima riciclabilità di questi materiali, la maggior parte delle qualità biologiche dei materiali bioecocompatibili non sono più valide per questa categoria.

Un esempio di un prodotto per rivestimento completamente riciclato, chiamato Origins, che proviene dal riciclo di bottiglie colorate di detersivo ed è stato applicato nei bagni del famoso supermercato Sainsbury's nel nuovo quartiere Greenwich a Londra.

Nel settore edilizio i prodotti "riciclati" stanno divenendo sempre più numerosi; tra questi si trovano gli isolanti in fibra di cellulosa prodotti con il 100% di carta di giornale riciclata o di fibre di PET provenienti dal riciclo di bottiglie o con più della metà in vetro riciclato, e ancora interessanti rivestimenti composti da vetri, pneumatici o resine riciclate.

10.3 LCA IN EDILIZIA

Introduzione alla valutazione LCA di edifici (wikipedia)

L'LCA, life cycle assessment, nata in ambito industriale, è da molti anni applicata al settore edilizio sia alla scala di prodotto che a quella di edificio. Il fondamento della metodologia è l'approccio "life cycle", ovvero quell'approccio che consente di acquisire consapevolezza del danno o delle potenzialità ambientali dovute a ciò che avviene in ognuna delle fasi che compongono il ciclo di vita di un prodotto/edificio: produzione, trasporto, uso, riciclo, riuso o dismissione. Quest' approccio consente di comprendere come ogni scelta fatta in fase di progettazione e produzione abbia poi delle ricadute nella fase di distribuzione, uso e dismissione. Attraverso una conoscenza approfondita dell'oggetto (quale esso richiede) consente di fare scelte consapevoli sulle modalità di acquisizione delle materie prime, sui processi produttivi, su chi userà il prodotto e sulle modalità di manutenzione e dismissione. L'LCA costituisce il metodo scientificamente riconosciuto di valutazione quantitativa dei danni ambientali dovuti ad un prodotto/edificio/servizio. L'obiettivo della valutazione LCA degli edifici è ottenere un impatto ambientale complessivo dell'intera vita dell'edificio stesso (LCAtot) che, compatibilmente con i carichi statici, dinamici, termici ed acustici, sia il minore possibile (LCAtotmin).

Orientamenti normativi internazionali e nazionali

(www.edilio.it)

di Monica Lavagna

Il metodo LCA nasce in ambito industriale e solo recentemente è stato "trasferito" e applicato al settore delle costruzioni. Con non pochi ostacoli e difficoltà, legate alla peculiarità del settore. Molte sono oggi le sollecitazioni normative che indirizzano verso un approccio al ciclo di vita (Life Cycle Thinking), e forse saranno proprio le sollecitazioni normative a permettere l'affermazione di questo metodo di valutazione e di questo approccio al

progetto, rispetto a una adesione spontanea da parte degli operatori del settore. Il quadro di riferimento dei percorsi normativi, delle politiche di incentivo e dell'evoluzione degli strumenti segue sostanzialmente due percorsi autonomi, che oggi stanno difficoltosamente ricongiungendosi in alcuni, anche se ancora pochi, contesti: la valutazione ambientale dell'edificio e la valutazione ambientale dei prodotti edilizi.

La valutazione ambientale degli edifici

Il settore edilizio ha da tempo manifestato l'esigenza di orientarsi verso la sostenibilità e di avere a disposizione strumenti di supporto alla progettazione ambientale e di valutazione dell'edificio progettato. La risposta a queste esigenze è stata soddisfatta, in questi anni, tramite percorsi diversi dal LCT (thinking) e più vicini a una impostazione "progettante". Si sono andati definendo, in maniera prima spontanea, poi sempre più formalizzata, requisiti e criteri progettuali orientati alla sostenibilità
(risparmio energetico, risparmio e recupero dell'acqua, riciclaggio dei materiali), che hanno poi portato alla costruzione di veri e propri framework di criteri progettuali.
A partire da questi "elenchi" di requisiti sono quindi nati strumenti di valutazione multicriteri, definiti "sistemi a punteggio" (BREEAM, LEED, HQE, GBTool, Protocollo di Itaca ecc.), che associano a tali criteri un punteggio di merito, in base al grado di soddisfazione del requisito verificato tramite indicatori. Gli strumenti di valutazione a punteggio hanno costituito una risposta "semplice", accessibile e facilmente diffondibile, adatta alle esigenze del mercato e degli operatori di settore.
A livello internazionale l'elaborazione dei sistemi a punteggio è nata per sollecitazione dei costruttori, che hanno manifestato l'esigenza di "certificare" la realizzazione di edifici ad alte prestazioni energetiche e a basso impatto ambientale, sulla base di riferimenti consolidati e con l'avallo di strutture di riferimento affidabili: il BREEAM e il LEED, che sono gli unici veri e propri

sistemi di certificazione ambientale degli edifici, hanno riscontrato un notevole successo proprio dal mercato. Anche gli utenti finali, e soprattutto i grandi investitori immobiliari, hanno manifestato l'esigenza di strumenti di garanzia della qualità degli edifici acquistati.
In Italia, le Pubbliche Amministrazioni italiane hanno da tempo manifestato l'esigenza (per aderire ai processi di Agenda 21) di inserire nei regolamenti edilizi criteri di sostenibilità per gli interventi sul territorio, di definire criteri di sostenibilità per l'assegnazione di "premi" di volumetria o incentivi alle costruzioni sostenibili e di avere strumenti di valutazione per la verifica del soddisfacimento di tali criteri e la stesura di graduatorie di merito. Proprio l'Associazione delle Regioni italiane, riunite nell'ambito di ITACA (Istituto per la Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale), ha elaborato, a partire dal GBTool, il Protocollo di Itaca: i sistemi a punteggio sono stati considerati uno strumento accessibile e utilizzabile negli uffici tecnici comunali, senza la necessità di competenze specialistiche.

I sistemi a punteggio hanno però diverse criticità. Innanzitutto hanno un approccio apparentemente prestazionale, ma articolato in talmente tanti indicatori che finisce per essere prescrittivo: per esempio, si definiscono soglie di trasmittanza termica da rispettare, quando lo scopo prestazionale effettivo è il risparmio di energia, e quindi basterebbe la verifica di questo indicatore. Inoltre, l'impostazione è volta a "ottimizzare" singoli elementi del progetto senza un approccio sistemico e una verifica complessiva dei risultati: viene dato per scontato che la somma di prestazioni corrisponda alla prestazione finale complessiva dell'edificio, ma questo non sempre accade, anche perché spesso la soluzione progettuale ottimale per soddisfare un certo requisito va a detrimento di altri requisiti (il progetto è sempre un compromesso di esigenze spesso conflittuali). Infine, manca totalmente un approccio al ciclo di vita, soprattutto nei criteri legati alla scelta di materiali e componenti edilizi: anche gli indicatori legati alla verifica dei consumi di energia computano

separatamente l'energia incorporata nei materiali e l'energia in uso, senza un bilancio unitario dell'intero ciclo di vita.

La necessità di integrare l'approccio al ciclo di vita in tali strumenti è stato affermato all'interno della norma ISO/TS 21931-1:2006 Sustainability in building construction – Framework for methods for assessment of environmental performance of construction works, e all'interno di diverse normative, tra cui, peraltro anche la Direttiva EPBD Energy Performance of Buildings, che ha portato alla direttiva EuP 2005/32/CE, sull'Ecodesign dei prodotti che consumano energia.

Il gruppo CEN TC/350 *Sustainability of construction works. Framework for assessment of buildings* è stato incaricato di armonizzare i diversi strumenti di valutazione ambientale degli edifici, in modo da definire regole comuni sovranazionali nel caso di comparazioni tra stati differenti, e di introdurre l'approccio al ciclo di vita, integrando nella valutazione ambientale dell'edificio la certificazione ambientale di prodotto EPD.

L'obiettivo è di definire uno strumento di valutazione della sostenibilità ambientale che integri istanze ambientali, sociali (di salute e benessere) ed economiche (Life Cycle Cost). I metodi di valutazione e le norme che confluiranno in questo strumento sono: il Life Cycle Assessment (ISO 14040), i metodi di valutazione delle prestazioni energetiche (CEN/TC89, TC156, TC169, TC228, TC247), il metodo di stima della vita utile degli edifici (Service Life Estimation of Buildings, ISO TC/59/SC14), le dichiarazioni di vita utile dei prodotti (Service Life Declarations, ISO TC59/SC14) e le norme relative al rilascio di sostanze pericolose (TC351).

Il Ministero dello Sviluppo Economico, che si sta occupando di definire le linee guida per la certificazione energetica degli edifici, si è reso conto della necessità espressa dal mercato di avere a disposizione, oltre alla certificazione energetica, anche una certificazione ambientale degli edifici, volta a premiare la qualità di edifici a elevate prestazioni e ha avviato una richiesta alla Comunità Europea per avviare le procedure di definizione di un marchio di qualità ecologica (Ecolabel) degli edifici.

La richiesta è stata accolta e la Comunità Europea ha dato mandato all'Italia di definire i criteri. Esistono già esperienze all'estero di Ecolabel nazionali degli edifici: in particolare, la Danimarca ha realizzato un Ecolabel per le *small house.* La certificazione è stata utilizzata come forma di incentivo da parte degli enti pubblici: per esempio, la costruibilità di un terreno veniva concessa solo in relazione al rispetto dei criteri e all'accesso alla certificazione.
La perplessità che emerge è la conflittualità che esiste tra l'impostazione dell'Ecolabel, che è una derivazione dei sistemi multicriterio con la fissazione di soglie prestazionali sui singoli indicatori, e l'impostazione valutativa proposta dal CEN, basata sul ciclo di vita, indicatori sintetici e l'attivazione delle etichettature EPD di prodotto.

La valutazione ambientale dei prodotti edilizi

Come per l'edificio, così anche per i prodotti edilizi si è manifestata l'esigenza di definire come valutare l'ecocompatibilità, in maniera scientifica, condivisa e affidabile. A livello internazionale esistono diversi tipi di etichettatura, in particolare l'Ecolabel e le EPD. Nel settore edilizio si è optato per questo secondo tipo di etichettatura, in grado di veicolare una informazione tecnica utile agli operatori, e in particolare ai progettisti. In edilizia, infatti, non è possibile definire l'ecologicità dei prodotti in maniera slegata dall'edificio; piuttosto sono necessarie informazioni tecniche sul profilo ambientale per operare scelte consapevoli.

Nel settore delle costruzioni è stata dunque elaborata una norma specifica sulle EPD dei prodotti edilizi: la ISO 21930:2007, Sustainability in building constructions – Environmental declaration of building products.
Parallelamente sono state sviluppate norme relative alle certificazioni delle prestazioni dei prodotti: in particolare, la direttiva 89/106/CE, che introduce la marcatura CE, prevede la assunzione di responsabilità da parte del produttore rispetto a sei requisiti essenziali (resistenza meccanica e stabilità; sicurezza in

caso d'incendio; igiene, salute e ambiente; sicurezza d'impiego; protezione contro il rumore; risparmio energetico).

La scala del prodotto è oggetto di attenzione anche da parte della Politica Integrata di Prodotto, che spinge alla responsabilizzazione di tutti gli attori e sollecita il Green Public Procurement.

Le Regioni italiane hanno manifestato l'esigenza di avere un prezziario relativo a "prodotti edilizi ecologici" di riferimento per il Green Public Procurement. Questo ha portato in prima battuta a cercare di integrare il Protocollo di Itaca con un elenco di "materiali ecologici" di riferimento. In seguito, proprio per la criticità di definizione di soglie di ecologicità dei materiali (pericolose perché comportano una discriminazione tra ambiti materici, spesso operata in base alla "presunta" naturalità deimateriali), anche ITACA si è orientata verso l'uso del Life Cycle Assessment, tramite l'emissione di un bando per la realizzazione di una "banca dati dei materiali di riferimento per costruzioni ad elevata prestazione ambientale".

Attualmente la strategia europea Sustainable Production and Consumption ha rinnovato la sollecitazione a definire l'ecologicità dei prodotti, soprattutto per incoraggiare gli acquisti verdi. Sotto questa sollecitazione, il Ministero dell'Ambiente italiano ha attivato un gruppo di lavoro ministeriale per la definizione di "Criteri ambientali minimi" relativi ai prodotti edilizi, per il Green Public Procurement. Ancora una volta è importante sollecitare a non affrontare il tema dell'ecologicità dei materiali edilizi "a parte", ma all'interno di una valutazione d'insieme dell'edificio.

Indicatori sintetici *versus* metodologie multi criterio

Dal quadro illustrato finora emerge la necessità di orientare la valutazione ambientale degli edifici verso un approccio al ciclo di vita e di integrare la valutazione ambientale dei prodotti edilizi "dentro" tale valutazione sistemica.

Le possibili conseguenze normative sono molteplici. Da un approccio prescrittivo, articolato come elenco di requisiti da soddisfare, si passerebbe a un approccio prestazionale, basato sull'effettivo carico ambientale dell'edificio nel suo insieme.

Come la certificazione energetica degli edifici, a livello internazionale, chiede di esprimere l'indicatore sintetico del fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m2a, così si auspica che la certificazione ambientale di un edificio sia espressa per indicatori sintetici, legati a un bilancio del ciclo di vita: energia primaria (kWh/m2a), effetto serra (kg di CO2 eq.), acidificazione (g di SO2 eq.), eutrofizzazione (g di PO4 eq.), formazione di ossidanti fotochimici (g di C2H4 eq.); indipendentemente dalle scelte di progetto. Con la possibilità di integrare verifiche sul comfort e salubrità. Questa è la strada scelta per esempio dalla Germania e che ha già portato a una diffusione delle EPD. Le difficoltà da superare per arrivare a questo traguardo sono tante: la preparazione degli operatori, la diffusione e disponibilità di informazioni ambientali, la definizione degli scenari di durata dei materiali, di manutenzione dell'edificio e di dismissione e riciclaggio dell'edificio e dei suoi componenti, l'integrazione di indicatori relativi alla sostenibilità economica (LCC) e sociale ecc. Però è importante definire il traguardo e il percorso, al fine di orientare gli studi, la ricerca e le normative verso l'uso e l'applicazione di strumenti adeguati per la definizione di edifici "sostenibili".

LCA in edilizia

di Umberto Desideri, Daniela Leonardi, Livia Arcioni, Chiara Consalvi

Per effettuare l'analisi dell'impatto ambientale associato al ciclo di vita di unprodotto è necessario l'utilizzo di strumenti software: attualmente sono disponibili sul mercato mondiale numerosissimi software di supporto per la LCA. Nonostante ognuno di essi abbia delle proprie caratteristiche, quasi tutti sono basati sulla stessa metodologia ed hanno, quindi, molte caratteristiche comuni.

Non tutti, ovviamente, sono adatti a realizzare uno studio di LCA nel settore edilizio; i principali software utilizzabili per tale settore sono:

• Athena Impact Estimator for Buildings, Canada: in Nord America, è il solo strumento software di LCA che valuta l'intero edificio.

Usando l'Estimator, architetti ed ingegneri possono facilmente valutare e confrontare le implicazioni ambientali degli edifici industriali, istituzionali, commerciali e residenziali sia di nuova realizzazione sia esistenti.

L'Estimator prende in considerazione gli impatti ambientali di: produzione e trasporto di materiali, costruzione in-situ, variazione regionale nell'uso di energia e nei trasporti, tipo di edificio, effetti della conservazione e del restauro, demolizione.

• BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability), Stati Uniti: è uno strumento pratico, flessibile e trasparente, rivolto ai progettisti, ai costruttori e agli industriali, e include dati di funzionamento ambientali ed economici per 230 prodotti edilizi. In tale software sono analizzate tutte le fasi della vita di un prodotto: acquisizione di materie prime, produzione, trasporto, istallazione, uso e riciclo.

• Eco-Quantum, Olanda: è uno strumento che quantifica l'impatto ambientale a livello di interi edifici.

Gli utenti di Eco-Quantum sono gli architetti e le pubbliche amministrazioni. Gli architetti usano tale software come strumento di eco-progettazione. Invece le pubbliche amministrazioni, soprattutto comuni e province, hanno con Eco-Quantum uno strumento per chiedere e verificare una certa prestazione minima riguardo l'impatto ambientale di un edificio. I dati tipici da inserire nel programma sono la dimensione dell'edificio, la durata della vita dell'edificio, l'uso dei materiali, l'uso di acqua e l'uso di energia. Il database contiene più di 100 componenti edili con cui è possibile scegliere tra più di mille alternative. L'aspetto nuovo di Eco-Quantum è che, in questa versione, i calcoli ambientali ed i calcoli energetici sono integrati.

Quindi, per esempio, se si sceglie un materiale che aumenta l'uso di energia per il riscaldamento in casa, automaticamente viene rifatto il calcolo energetico ed anche il calcolo ambientale.

• Envest 2, Regno Unito: semplifica il processo di progettazione di edifici a basso impatto ambientale e bassi costi. I progettisti immettono i dati relativi al disegno del loro edificio e i materiali scelti: Envest 2 identifica gli elementi con più influenza sull'impatto ambientale dell'edificio e i costi della sua intera vita e mostra gli effetti della scelta di materiali diversi.

• LEGEP, Germania: è uno strumento di supporto nella progettazione, costruzione e valutazione di edifici nuovi o esistenti. Il database contiene la descrizione di tutti gli elementi di un edificio ed i costi del loro ciclo di vita; LEGEP stabilisce i bisogni energetici per riscaldamento, acqua calda, elettricità ed i loro costi. LEGEP è formato da quattro strumenti software, ognuno con il proprio database organizzato gerarchicamente: inizia con dati di LCI, di materiali da costruzione, descrizione del processo lavorativo, elementi semplici, elementi composti e termina con macroelementi come oggetti edilizi.

Tali software prendono in considerazione l'intero ciclo di vita di un edificio, in quanto ogni azione associata ad una fase può avere riflessi su fasi precedenti o successive: viene, pertanto, considerata l'estrazione delle materie prime, la produzione ed il trasporto dei materiali, la costruzione in-situ, l'occupazione, la demolizione ed il successivo riuso, riciclaggio e smaltimento dei materiali.

All'interno dei software sono contenuti o possono essere importati i database, i cui dati sono utilizzati per eseguire l'analisi dell'inventario (LCI). A livello mondiale sono disponibili numerosi database: negli ultimi anni, infatti, sta crescendo l'attenzione nei confronti della realizzazione di strumenti software e database a supporto della LCA.

L'Italia risulta essere ancora indietro rispetto ad altri Paesi: l'unica banca datiitaliana attualmente disponibile è la DIM, contenuta all'interno del software eVerdEE prodotto dall'ENEA ed accessibile alle PMI. I dati contenuti all'interno

della DIM risultano, però, insufficienti per realizzare uno studio di LCA nel settore edilizio. Si dovrà aspettare circa un anno per avere a disposizione dati relativi all'edilizia italiana: la Regione Marche ed ITACA (Istituto per la Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale) stanno, infatti, collaborando con l'ITC-CNR (Istituto per le tecnologie delle costruzioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche) per la realizzazione della prima banca dati in Italia dei materiali di riferimento per costruzioni ad elevata prestazione ambientale. È un segnale positivo che mostra la volontà di promuovere la sostenibilità ambientale in edilizia.

Lo sviluppo sostenibile è sicuramente una delle maggiori sfide di questo secolo: l'obiettivo prioritario di una nuova progettazione sostenibile dovrebbe essere quello di selezionare opportunamente materiali e componenti dell'edificio allo scopo di ridurre, in prima istanza, soprattutto i suoi consumi energetici più rilevanti imputabili alla fase di esercizio. La progettazione per la sostenibilità deve fondare le proprie proposte sulla valutazione comparata delle implicazioni ambientali delle diverse soluzioni tecnicamente, economicamente e socialmente accettabili, e deve concretizzarsi nella realizzazione di materiali, prodotti, componenti e servizi progettati tenendo conto del loro intero ciclo di vita. Conoscere l'impatto ambientale del ciclo di vita dei materiali è quindi fondamentale per scegliere in modo corretto: la base di qualsiasi scelta è un confronto tra diverse opzioni che consentono di svolgere la stessa funzione.

Un ruolo importante nella progettazione sostenibile è giocato dagli isolanti termici, i quali consentono di ridurre il consumo di energia per il riscaldamento degli edifici, e quindi di risparmiare preziosissime materie prime, ed evitare l'emissione di sostanze nocive o dannose per il clima, come il biossido di carbonio (CO_2).

Particolare attenzione va posta alla scelta dell'isolante da inserire nelle componenti opache di un edificio: occorre, innanzitutto, valutare il diverso impatto ambientale generato dall'uso di differenti materiali, andando quindi a selezionare quelli che generano un minor impatto; va poi anche valutata la

durabilità dei vari isolanti, in quanto le loro prestazioni devono rimanere invariate per un tempo almeno pari alla vita dell'edificio.
Va, perciò, fatta una attenta scelta tra i diversi isolanti disponibili: negli ultimi anni sta crescendo l'uso degli isolanti naturali, quali i pannelli in fibra di legno di abete mineralizzata legata con cemento Portland (Celenit), i quali generano bassi impatti ambientali e sono caratterizzati da una durabilità illimitata nel tempo. Tali caratteristiche li rendono preferibili agli isolanti tradizionali, che contengono sostanze nocive per la salute umana.
Relativamente alle differenti tipologie dei materiali, risulta di non secondaria importanza la valutazione delle risorse utilizzate per il trasporto sul luogo di utilizzo dei materiali stessi, in quanto l'uso di prodotti naturali può comportare la necessità di lunghissimi trasporti, a volte molto più impattanti dell'utilizzo diretto di materiali di sintesi (es. fibre di cocco).

La valutazione LCA di materiali ed elementi costruttivi

di Antonio Basti

Il tema della valutazione delle prestazioni ambientali di materiali ed elementi costruttivi, condotta attraverso l'uso di metodologie e strumenti basati sull'analisi del ciclo di vita (LCA, Life Cycle Assessment-ISO 14040, 1997), assume particolare rilevanza se collocato all'interno degli obiettivi di sostenibilità del settore delle costruzioni (ISO/TS 21931-1, 2006).
Con riferimento alle differenti fasi del processo edilizio emerge inoltre come le modalità di scelta dei materiali e di configurazione degli elementi tecnici (tecniche costruttive) tendano ad influenzare le prestazioni ambientali dell'edificio nel corso della sua vita utile (Cangelli, Paolella, 2001; Fernandez, 2006).
I soli consumi energetici connessi all'estrazione, produzione, trasporto, movimentazione ed assemblaggio dei materiali e prodotti edilizi (initial enbodied energy) manifestano un'incidenza stimabile fra il 10 ed il 15%. Per l'Italia tale

valore si attesta intorno al 13,58% del totale di settore (ENEA, 2004). A questi si aggiungono i consumi energetici legati alle attività di manutenzione, smontaggio/sostituzione (recurring embodied energy) e dismissione (disposal embodied energy) che si attestano intorno al 3-8%. L'incidenza complessiva dell'energia inglobata nell'edificio sul ciclo di vita (life cycle embodied energy) si oscilla pertanto fra il 13 ed il 23%. Volendo estendere l'indagine agli impatti ambientali correlati (consumo di risorse, emissioni e relativi danni causati alla salute umana ed all'ecosistema), emerge come tale incidenza si attesti, in funzione dei differenti contesti territoriali, mix energetici e tecnologie impiegate, fra il 24 ed il 28% degli impatti complessivi generati dall'edificio (ANNEX 31a, 2004; ANNEX 31b, 2004).

Studi scientifici sull'argomento evidenziano la possibilità di ridurre gli impatti correlati agli usi energetici in fase di esercizio (pari a circa l'85% del totale) agendo sulla scelta delle tecnologie edilizie ed impiantistiche. L'uso di materiali con ridotta energia inglobata, di soluzioni costruttive per il risparmio (isolamento termico, schermature solari), l'accumulo (sistemi solari passivi e attivi) e l'efficienza energetica (impianti ed apparecchiature), consentirebbe una riduzione degli impatti compresa fra il 25 ed il 50% (Neri, 2008). Evidenziano altresì alcuni ambiti d'incertezza, e di potenziale intervento, legati alla durata degli elementi tecnici ed alla gestione del loro fine vita. Un maggiore controllo di detti fattori attraverso criteri di life cycle service (ISO 15686-2, 2001) e di eco-design (ISO/TR 14062, 2002), con particolare riferimento al *design for disassembly and recycling*, porterebbe ad un miglioramento delle prestazioni ambientali di circa il 20%.

Dalle precedenti riflessioni emerge l'utilità di sviluppare nuovi strumenti di conoscenza, capaci di rendere facilmente accessibili gli esiti ambientali delle differenti scelte costruttive già in fase di progettazione. Ciò consentirebbe di adottare modalità realizzative più sostenibili, con particolare riferimento al corretto uso delle materie prime (conservazione delle risorse naturali, Comunicazione CE 670/2005), al prolungamento della vita utile di materiali ed

elementi costruttivi, alla gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione (Berge, 2000).

Attualmente i dispositivi normativi e regolamentari volti alla certificazione e/o qualificazione ambientale degli edifici, consentono di rispondere solo in parte a tali obiettivi.

Ad esempio le recenti regole di EPD (Environment Product Declaration) dei materiali e prodotti edilizi (ISO/DIS 21930, 2005), emanate sulla base delle procedure di etichettatura ambientale di tipo III (ISO/CD2 14025, 2004), permettono di quantificare gli impatti legati alle fasi di approvvigionamento e produzione (from cradle to gate), ma forniscono informazioni generiche riguardo alle altre fasi del ciclo di vita.

Gli stessi protocolli internazionali e nazionali (come il BREEAM inglese, l'HQE francese, il LEED statunitense, il DCBA olandese, il GBtool canadese ed il protocollo ITACA italiano) ed i regolamenti edilizi locali tendono ad individuare criteri di progettazione ed indicatori di prestazione (a punteggio) prevalentemente orientati alla quantificazione del consumo di risorse (es: percentuale di energia rinnovabile utilizzata sul totale; materiali rinnovabili e riciclabili utilizzati sul totale) piuttosto che alla valutazione dei carichi ambientali specifici. Solo alcuni adottano un approccio orientato all'intero ciclo di vita. Alcuni altri fanno riferimento alle EPD sopra menzionate (ANNEX 31c, 2004).

Anche le Banche Dati Ambientali (I-LCA, Ecoinvent, BUWAL250, Idemat, ETH-ESU ecc.) utilizzate dai cosiddetti Detailed LCA modelling tools, forniscono dati informativi correlati ai singoli materiali (Building Materials) ed ai loro processi trasformativi (Processes). Questo consente una maggiore flessibilità nella elaborazione delle analisi d'inventario (LCI, Life Cycle Inventory-ISO 14041, 1998) ma rende necessaria la costruzione continua di *processi dedicati* per ogni elemento e soluzione costruttiva indagata. Pur volendo riferirsi a strumenti di progettazione specifici, come gli LCA design tools (EcoQuantum4, LCAid e LISA), basati su dati d'inventario articolati per sub-sistemi ed elementi edilizi, permane la difficoltà di doversi riferire ad informazioni elaborate per contesti

esteri. Ne emerge la difficoltà a contestualizzare i risultati ambientali rispetto alla realtà italiana.

Alcune recenti iniziative sembrano però manifestare la volontà di sviluppare sperimentazioni applicative e strumenti operativi maggiormente adeguati alla realtà italiana. Ne sono un esempio il "Sistema di valutazione della eco-compatibilità delle opere temporanee" sviluppato in occasione dei XX Giochi Olimpici Invernali di Torino 20065 (Baldo, 2005), il bando per la realizzazione di una "banca dati dei materiali di riferimento per costruzioni ad elevata prestazione ambientale" promosso dalla regione Marche e da ITACA (Istituto per la Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale), gli esiti di ricerca sull'applicazione dell'LCA alla progettazione bio-ecologica degli edifici6 presentati in occasione dell'ultimo SAIE di Bologna, l'integrazione di una sezione sulle opere di bioedilizia e ingegneria naturalistica e sui materiali e lavorazioni tipiche del territorio all'interno dell'edizione 2007 del prezziario regionale del Piemonte, in collaborazione con Environment Park, Parco tecnologico regionale.

Una particolare notazione va alla necessità di armonizzazione delle metodologie e procedure di valutazione e certificazione ambientale basate sull'LCA, con altri dispositivi normativi orientati:

- alla certificazione di qualità dei prodotti da costruzione (marcatura CE, DPR 499/97 di attuazione della direttiva CEE 89/106/1988) con particolare riguardo ai punti 3 (Igiene, salute ed ambiente7), 5 (Protezione contro il rumore) e 6 (Risparmio energetico e isolamento termico);
- alla salubrità degli ambienti abitativi (Sick Building Sindrome) anche in considerazione della recente emanazione del regolamento REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances, Regolamento CE 1907/2006);
- alla recente proposta di riclassificazione del sistema edilizio, e tecnologico in particolare (progetto di norma UNI-Edilizia U86000091 e U86000092/2005) orientata alla "Codificazione dei prodotti e processi costruttivi in edilizia", ed alla loro armonizzazione con le rispettive voci di prezzo e di capitolato per le opere compiute, contenuti negli attuali prezziari regionali.

Quest'ultima consentirebbe peraltro di rendere più agevole ed immediata la successiva applicazione di metodologie ed analisi di LCC (Life Cycle Costing) al settore delle costruzioni.

Ciclo di vita, prestazioni e durata

di Andrea Campioli

Uno degli aspetti più critici dell'applicazione del *Life Cycle Assessment* in edilizia è la definizione dell'unità funzionale, sia alla scala del componente, sia alla scala della soluzione tecnica, sia alla scala dell'edificio.

Se si sta valutando un componente, la definizione dell'unità funzionale è particolarmente critica, perchè si tende ad assumere le prestazioni "fornite" dal componente, privilegiando quella caratterizzante, senza conoscere le prestazioni che si attendono da quel componente all'interno dell'edificio. Inoltre in genere si tende a impostare valutazioni LCA di prodotto comparative assumendo una sola prestazione di riferimento, mentre tutti i prodotti edilizi assolvono in opera a più prestazioni. Se si prendono in considerazione i requisiti essenziali definiti dalla direttiva 89/106/CE sui prodotti da costruzione, essi sono molto articolati e difficili da considerare contemporaneamente nell'impostazione di una valutazione LCA comparativa. Dunque la valutazione comparativa tra materiali e prodotti è sempre parziale e poco adeguata alla definizione della "sostenibilità" di un prodotto. Se si sta valutando una soluzione tecnica, nuovamente si pone il problema della definizione delle prestazioni attese da quella soluzione all'interno dell'edificio e in sinergia con gli altri subsistemi: le prestazioni attese per esempio da una chiusura verticale cambiano in relazione alla località climatica, alle specificità del sito, all'orientamento, alle modalità d'uso, al sistema di impianti adottato ecc.

Di conseguenza operare comparazioni volte a identificare una soluzione tecnica "sostenibile" sono alquanto rischiose e tendenziose. Se si sta valutando un edificio, al fine di individuare la soluzione tecnica e i materiali più adeguati oppure di "ottimizzare" la quantità di materiali impiegati in relazione

alle prestazioni svolte in fase d'uso, risulta critica la definizione dell'unità funzionale, volendo definire per esempio le prestazioni attese dall'edificio nel suo insieme, e soprattutto le durate, sia dei componenti che dell'edificio. Infatti, la scelta della soluzione tecnica più eco-efficiente dipende dalla durata dell'edificio come insieme (per esempio dalla permanenza o temporaneità dell'edificio) e dipende dalla durata dei componenti (manutenzioni e sostituzioni incrementano il carico ambientale complessivo). La definizione della durata è centrale in una valutazione che ha come obiettivo la valutazione del ciclo di vita, e però è quanto mai problematica nel settore edilizio, poiché gli edifici sono "oggetti" che durano a lungo nel tempo, composti da elementi con durate differenti e soggetti a
modificazioni in relazione alle modalità d'uso nel tempo.
L'impegno verso la definizione di modalità di applicazione della valutazione LCA in edilizia efficaci per cogliere le peculiarità tipiche del settore è notevole, per la necessità di comporre diversi aspetti e tenere in considerazione vari versanti. Per esempio conciliare gli aspetti energetici (Lavagna, 2005), manutentivi (Campioli et alii, 2007), gli usi temporanei (Campioli, Lavagna, 2007; Lavagna, 2007).
Si tratta di un impegno necessario per uscire dalle "rigidità" del metodo derivanti da un approccio tipico dell'ingegnerizzazione dei processi e per far emergere "nuove" modalità di applicazione e obiettivi di valutazione utili al settore edilizio.

Il quadro articolato delle esperienze illustrate dimostra le difficoltà di un percorso ancora tutto da costruire e da precisare. Un percorso però quanto mai necessario, richiesto da più parti e da più soggetti, al fine di affrontare il tema ambientale con rigore metodologico e con strumenti scientifici. In questo senso il Life Cycle Assessment costituisce il riferimento prioritario, da affermare anche in sede di elaborazione di strumenti normativi di settore. Molte delle criticità applicative derivano oggi dalla poca esperienza, che si auspica andrà

costruendosi grazie alla diffusione veicolata dalle normative e dall'uso degli operatori.

UF 11LE OPPORTUNITA' OFFERTE DAL MERCATO PER UN EDILIZIA SOSTENIBILE

11.1 - LE AGEVOLAZIONI FISCALI PER IL RISPARMIO ENERGETICO

(Finanziaria 2008 - Legge 24 Dicembre 2007, n. 244, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 300 del 28 dicembre 2007)

INTRODUZIONE

La legge finanziaria per il 2007 (legge 27 dicembre 2006, n. 296) ha introdotto importanti agevolazioni fiscali a favore dei contribuenti che sostengono spese per tale scopo. I benefici consistono in una detrazione dalle imposte sui redditi del 55 per cento delle spese sostenute dal contribuente entro il 31 dicembre 2007, da ripartire in tre rate annuali di pari importo, entro un limite massimo di detrazione diverso a seconda della tipologia dell'intervento eseguito.

Con il decreto del 19 febbraio 2007 del Ministro dell'Economia e delle Finanze, di concerto con il Ministro dello Sviluppo Economico, sono stati individuati in modo dettagliato i tipi di intervento per i quali si può fruire delle nuove agevolazioni tributarie e tutti gli adempimenti necessari per ottenerle.

In particolare, per quanto attiene alla determinazione del risparmio energetico conseguito, alla certificazione energetica e al significato della terminologia, occorre far riferimento al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 integrato con il decreto legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, concernente "attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia".

Salvo le normative tecniche rilevanti ai fini dell'agevolazione, l'incentivo fiscale introdotto è simile nelle grandi linee all'agevolazione sulle ristrutturazioni edilizie

tuttora in vigore, anche se, come si dirà nella presente guida, diversi sono gli aspetti procedurali per poterlo ottenere.

L'AGEVOLAZIONE PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

IN COSA CONSISTE

L'agevolazione consiste nel riconoscimento di detrazioni d'imposta nella misura del 55 per cento delle spese sostenute entro il 2007, da ripartire in tre rate annuali di pari importo, entro un limite massimo di detrazione, diverso in relazione a ciascuno degli interventi previsti. Si tratta di riduzioni dall'Irpef (Imposta sul reddito delle persone fisiche) e dall'Ires (Imposta sul reddito delle società) concesse per interventi che aumentino il livello di efficienza energetica degli edifici esistenti e che riguardano, in particolare, le spese sostenute per:

- la riduzione del fabbisogno energetico (per il riscaldamento, il raffreddamento, la ventilazione, l'illuminazione);

_ il miglioramento termico dell'edificio (finestre, comprensive di infissi, coibentazioni,
pavimenti);

_ l'installazione di pannelli solari;

_ la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale.

I limiti d'importo sui quali calcolare la detrazione variano in funzione del tipo di intervento, come indicato nella tabella che segue.

In ogni caso, come tutte le detrazioni d'imposta, l'agevolazione è ammessa entro il limite che trova capienza nell'imposta annua derivante dalla dichiarazione dei redditi. In sostanza, la somma eventualmente eccedente non può essere chiesta a rimborso.

TIPO DI INTERVENTO	**DETRAZIONE MASSIMA**
riqualificazione energetica di edifici esistenti	**100.000** euro (55% di 181.818,18 euro)
involucro edifici (pareti, finestre,	**60.000** euro (55% di 109.090,90

compresi gli infissi, su edifici esistenti)	euro)
installazione di pannelli solari	**60.000** euro (55% di 109.090,90 euro)
sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale (installazione di impianti dotati di caldaie a condensazione)	**30.000** euro (55% di 54.545,45 euro)

In ogni caso, come tutte le detrazioni d'imposta, l'agevolazione è ammessa entro il limite che trova capienza nell'imposta annua derivante dalla dichiarazione dei redditi. In sostanza, la somma eventualmente eccedente non può essere chiesta a rimborso.

Condizione indispensabile per fruire della detrazione è che gli interventi siano eseguiti su unità immobiliari e su edifici (o su parti di edifici) residenziali esistenti, di qualunque categoria catastale, anche se rurali, compresi quelli strumentali (per l'attività d'impresa o professionale). La prova dell'esistenza dell'edificio può essere fornita o dall'iscrizione dello stesso in catasto, oppure dalla richiesta di accatastamento, nonché dal pagamento dell'ICI, ove dovuta. Non sono agevolabili, quindi, le spese effettuate in corso di costruzione dell'immobile. L'esclusione degli edifici di nuova costruzione, peraltro, risulta coerente con la normativa di settore adottata a livello comunitario in base alla quale tutti i nuovi edifici sono assoggettati a prescrizioni minime della prestazione energetica in funzione delle locali condizioni climatiche e della tipologia.

In relazione ad alcune tipologie di interventi, inoltre, è necessario che gli edifici presentino specifiche caratteristiche quali, ad esempio:

1. essere già dotati di impianto di riscaldamento, presente anche negli ambienti oggetto dell'intervento, per quanto concerne tutti gli interventi agevolabili, ad eccezione della installazione dei pannelli solari;
2. nelle ristrutturazioni per le quali è previsto il frazionamento dell'unità immobiliare, con conseguente aumento del numero delle stesse, il beneficio è

compatibile unicamente con la realizzazione di un impianto termico centralizzato a servizio delle suddette unità;

3. nel caso di ristrutturazioni con demolizione e ricostruzione si può accedere all'incentivo solo nel caso di fedele ricostruzione, ravvisando nelle altre fattispecie il concetto di nuova costruzione. Restano quindi esclusi gli interventi relativi ai lavori di ampliamento.

CHI PUÒ USUFRUIRNE

Possono usufruire della detrazione tutti i contribuenti residenti e non residenti, anche se titolari di reddito d'impresa, che possiedono, a qualsiasi titolo, l'immobile oggetto di intervento.

In particolare, sono ammessi all'agevolazione:

- le persone fisiche, compresi gli esercenti arti e professioni;
- i contribuenti che conseguono reddito d'impresa (persone fisiche, società di persone, società di capitali);
- le associazioni tra professionisti;
- gli enti pubblici e privati che non svolgono attività commerciale.
- Tra le persone fisiche possono fruire dell'agevolazione anche:
- i titolari di un diritto reale sull'immobile;
- i condomini, per gli interventi sulle parti comuni condominiali;
- gli inquilini;
- _chi detiene l'immobile in comodato.

LE AGEVOLAZIONI FISCALI PER IL RISPARMIO ENERGETICO

Sono ammessi a fruire della detrazione anche i familiari (coniuge, parenti entro il terzo grado e gli affini entro il secondo grado), conviventi con il possessore o detentore dell'immobile oggetto dell'intervento, che sostengono le spese per la realizzazione dei lavori, ma limitatamente ai lavori eseguiti su immobili

appartenenti all'ambito "privatistico", a quelli cioè nei quali può esplicarsi la convivenza, ma non in relazione ai lavori eseguiti su immobili strumentali all'attività d'impresa, arte o professione.

Si ha diritto all'agevolazione anche nel caso in cui il contribuente finanzia la realizzazione dell'intervento di riqualificazione energetica mediante un contratto di leasing. In tale ipotesi, la detrazione spetta al contribuente stesso (utilizzatore) e si calcola sul costo sostenuto dalla società di leasing. Non assumono, pertanto, rilievo ai fini della detrazione i canoni di leasing addebitati all'utilizzatore.

CUMULABILITÀ CON ALTRE AGEVOLAZIONI

La detrazione d'imposta del 55 per cento non è cumulabile con altre agevolazioni fiscali

previste per i medesimi interventi da altre disposizioni di legge nazionali (quale, ad esempio, la detrazione del 36 per cento per il recupero del patrimonio edilizio).

Nel caso in cui gli interventi realizzati rientrino sia nelle agevolazioni previste per il risparmio energetico che in quelle previste per le ristrutturazioni edilizie, il contribuente potrà fruire, per le medesime spese, soltanto dell'uno o dell'altro beneficio fiscale, rispettando gli adempimenti specificamente previsti in relazione a ciascuna di esse. Il beneficio fiscale è però compatibile con altre agevolazioni di natura non fiscale (contributi, finanziamenti, eccetera) previsti in materia di risparmio energetico.

ATTENZIONE

Nel caso in cui vengano concessi contributi o incentivi erogati per la realizzazione di interventi di risparmio energetico per i quali si è fruito, in periodi d'imposta precedenti, della detrazione del 55%, la parte delle spese rimborsate dal contributo dovranno essere assoggettate a tassazione separata.

ATTENZIONE

In caso di variazione della titolarità dell'immobile durante il periodo di godimento dell'agevolazione le quote di detrazione residue (non utilizzate) potranno essere fruite dal nuovo titolare. Questo si verifica quando si trasferiscono, a titolo oneroso o gratuito, la proprietà del fabbricato o un diritto reale sullo stesso. Il beneficio rimane invece in capo al conduttore o al comodatario qualora dovesse cessare il contratto di locazione o comodato. In caso di decesso dell'avente diritto, la fruizione del beneficio fiscale si trasmette, per intero, esclusivamente all'erede che conservi la detenzione materiale e diretta del bene.

Aliquota Iva applicabile

Per completezza si segnala che per le operazioni di riqualificazione energetica degli edifici, che danno diritto alla detrazione dall'imposta lorda del 55 per cento, non sono state introdotte particolari disposizioni in merito alla aliquota IVA applicabile.

Le cessioni di beni e le prestazioni di servizi poste in essere per la loro realizzazione, pertanto, sono assoggettate all'imposta sul valore aggiunto in base alle aliquote previste per gli interventi di recupero del patrimonio immobiliare.

A questo proposito si evidenzia che anche per l'anno 2007, le prestazioni di servizi consistenti nella realizzazione degli interventi di manutenzione, ordinaria e straordinaria, realizzati su immobili residenziali, sono assoggettate all'aliquota IVA del 10 per cento, a condizione che in fattura sia indicato il costo della manodopera utilizzata per la esecuzione dei lavori.

Le cessioni di beni restano assoggettate alla aliquota IVA ridotta invece solo se la relativa fornitura è posta in essere nell'ambito del contratto di appalto. Tuttavia, qualora l'appaltatore fornisca beni di valore significativo (definiti dal decreto del Ministro delle Finanze 29 dicembre 1999, quali ad esempio infissi e

caldaie) l'aliquota ridotta si applica ai predetti beni soltanto fino a concorrenza del valore della prestazione considerato al netto del valore dei beni stessi. Tale limite di valore deve essere individuato sottraendo dall'importo complessivo della prestazione, rappresentato dall'intero corrispettivo dovuto dal committente, soltanto il valore dei beni significativi.

11.2 - GLI INTERVENTI INTERESSATI ALL'AGEVOLAZIONE

Con il decreto attuativo del 19 febbraio 2007 sono stati ben individuati gli interventi per i quali trova applicazione l'agevolazione fiscale. Si tratta delle seguenti tipologie di interventi:

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DI EDIFICI ESISTENTI

Per tali interventi il valore massimo della detrazione fiscale è di **100.000 euro**.
Per interventi di riqualificazione energetica si intendono quelli che permettono il raggiungimento di un indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale inferiore di almeno il 20 per cento rispetto ai valori riportati nelle tabelle riportate nell'allegato C del decreto del Ministro dell'Economia e delle Finanze 19 febbraio 2007.
Per questa tipologia di intervento non sono stabilite quali opere o quali impianti occorre realizzare per raggiungere le prestazioni energetiche indicate. Pertanto, la categoria degli "interventi di riqualificazione energetica" comprende qualsiasi intervento, o insieme sistematico di interventi, che incida sulla prestazione energetica dell'edificio, realizzando la maggior efficienza energetica richiesta dalla norma.
L'intervento, infatti, è definito in funzione del risultato che lo stesso deve conseguire in termini di riduzione del fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale. Il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale rappresenta "la quantità di energia primaria

globalmente richiesta, nel corso di un anno, per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto, in regime di attivazione continuo" (allegato A del decreto legislativo n. 192 del 2005).
Il risparmio è misurato in base agli indici riportati nella tabella dell'allegato C del decreto 19 febbraio 2007 che sono elaborati in funzione della categoria in cui l'edificio è classificato (residenziale o altri edifici), della zona climatica in cui è situato e del rapporto di forma che lo stesso presenta.

ATTENZIONE

L'indice di risparmio per fruire della detrazione deve essere calcolato in riferimento al fabbisogno energetico dell'intero edificio e non a quello delle singole porzioni immobiliari che lo compongono.
Ad esempio, rientrano in questa tipologia di interventi, la sostituzione o l'installazione di impianti di climatizzazione invernale anche con generatori di calore non a condensazione, con pompe di calore, con scambiatori per teleriscaldamento, con caldaie a biomasse, gli impianti di cogenerazione, rigenerazione, gli impianti geotermici e gli interventi di coibentazione non aventi le caratteristiche previste per gli altri interventi agevolati.

INTERVENTI SUGLI INVOLUCRI DEGLI EDIFICI

Per tali interventi il valore massimo della detrazione fiscale è di **60.000 euro.**
Si tratta degli interventi su edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari esistenti, riguardanti strutture opache verticali (pareti generalmente esterne), finestre comprensive di infissi, delimitanti il volume riscaldato, verso l'esterno o verso vani non riscaldati, che rispettano i requisiti di trasmittanza U (dispersione di calore), espressa in W/m2K, evidenziati nella tabella di cui all'allegato D del decreto del Ministro dell'Economia e delle Finanze (vedi appendice), la quale in relazione alle singole zone climatiche indica, in distinte colonne, la trasmittanza delle strutture verticali e quella delle finestre.

Gli infissi sono comprensivi anche delle strutture accessorie che hanno effetto sulla dispersione di calore quali, ad esempio, scuri o persiane, o che risultino strutturalmente accorpate al manufatto quali, ad esempio, cassonetti incorporati nel telaio dell'infisso.

ATTENZIONE

L'indice di prestazione energetica richiesto può essere conseguito anche mediante la realizzazione degli altri interventi agevolati.

Ad esempio, il risparmio energetico invernale, per il quale è previsto un limite massimo di detrazione di 100.000 euro, può essere realizzato mediante un intervento consistente nella sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale, per il quale è previsto un limite di detrazione d'imposta di 30.000 euro (senza richiedere la misurazione del rendimento energetico conseguito), e/o mediante la sostituzione di infissi, intervento con un limite massimo di detrazione di 60.000 euro.

In questo caso, se mediante la sostituzione dell'impianto di climatizzazione o degli infissi si consegue un indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale inferiore di almeno il 20 per cento rispetto ai valori riportati nelle tabelle di cui all'allegato C del decreto 19 febbraio 2007, realizzando quindi "la qualificazione energetica dell'edificio", si potrà fruire della detrazione nel limite massimo di 100.000 euro; resta fermo che non sarà possibile far valere autonomamente anche le detrazioni per specifici lavori che incidano comunque sul livello di climatizzazione invernale, i quali devono ritenersi compresi, ai fini della individuazione del limite massimo di detrazione spettante, nell'intervento più generale. Potranno invece essere oggetto di autonoma valutazione, ai fini del calcolo della detrazione, gli altri interventi di risparmio energetico agevolabili che non incidono sul livello di climatizzazione invernale, quali l'installazione dei pannelli solari, per i quali la detrazione potrà essere fatta valere anche in aggiunta a quella di cui si usufruisce per la qualificazione energetica dell'edificio.

ATTENZIONE

La semplice sostituzione degli infissi o il rifacimento dell'involucro degli edifici, qualora questi siano originariamente già conformi agli indici indicati nella tabella D, non consente di fruire della detrazione poichè il beneficio è teso ad agevolare gli interventi da cui consegua un risparmio energetico. In questo caso è necessario quindi che a seguito dei lavori tali indici di trasmittenza termica si riducano ulteriormente: il tecnico che redige l'asseverazione deve perciò specificare il valore di trasmittenza originaria del componente su cui si interviene ed asseverare che successivamente all'intervento la trasmittenza dei medesimi componenti sia inferiore o uguale a determinati valori.

In assenza delle disposizioni di attuazione nel decreto ministeriale, i lavori eseguiti su pavimenti e coperture (strutture opache orizzontali) non consentono invece di usufruire della detrazione in questione. La detrazione dei lavori, tuttavia, può essere fruita qualora l'intervento sulle strutture orizzontali, anche unitamente ad altri lavori, consegua gli indici di risparmio energetico indicati ai fini della detrazione prevista per la qualificazione energetica globale dell'edificio.

INSTALLAZIONE DI PANNELLI SOLARI

Per tali interventi il valore massimo della detrazione fiscale è di 60.000 euro.

Per interventi di installazione di pannelli solari si intende l'installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda in piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, istituti scolastici e università. I fabbisogni soddisfatti con l'impianto di produzione di acqua calda possono attenere non soltanto alla sfera domestica o alle esigenze produttive ma più in generale all'ambito commerciale, ricreativo o socio assistenziale, in pratica possono accedere alla detrazione tutte le strutture afferenti attività e servizi in cui è richiesta la produzione di acqua calda.

Ai fini dell'asseverazione dell'intervento concernente l'istallazione dei pannelli solari è richiesto:

a) un termine minimo di garanzia (fissato in cinque anni per pannelli e i bollitori e in due anni per accessori e i componenti tecnici);

b) che i pannelli siano conformi alle norme UNI 12975 e alle norme UNI per i pannelli realizzati in autocostruzione.

ATTENZIONE

Anche l'installazione dei pannelli solari deve essere realizzata su edifici esistenti.

INTERVENTI DI SOSTITUZIONE DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Per tali interventi il valore massimo della detrazione fiscale è di 30.000 euro. Per interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale si intendono quelli concernenti la sostituzione, integrale o parziale, di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti dotati di caldaie a condensazione e contestuale messa a punto del sistema di distribuzione.

Per fruire della agevolazione è necessario quindi, sostituire gli impianti preesistenti e installare le caldaie a condensazione. Non sono, pertanto, agevolabili né l'installazione di sistemi di climatizzazione invernale in edifici che ne erano sprovvisti né la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore ad alto rendimento ma diversi dalle caldaie a condensazione. Tuttavia tali interventi possono essere compresi tra quelli di riqualificazione energetica dell'edificio, se rispettano l'indice di prestazione energetica previsto, permettendo così di usufruire della relativa detrazione.

ATTENZIONE

In questa agevolazione sono compresi anche gli interventi riguardanti la trasformazione degli impianti individuali autonomi in impianti di climatizzazione invernale centralizzati, con contabilizzazione del calore, nonchè la trasformazione dell'impianto centralizzato per rendere applicabile la contabilizzazione del calore, mentre è esclusa la trasformazione dell'impianto di climatizzazione invernale da centralizzato ad individuale o autonomo.

Per l'individuazione delle caratteristiche tecniche e di rendimento che devono possedere le caldaie a condensazione ed il sistema di distribuzione si rinvia al capitolo 4 che illustra le specifiche tecniche e le prescrizioni relativamente all'asseverazione degli interventi di climatizzazione invernale.

11.3 - TIPOLOGIA DI SPESA E RELATIVA DETRAZIONE

SPESE DETRAIBILI

Le spese per le quali è possibile fruire della detrazione comprendono sia i costi per i lavori edili connessi con l'intervento di risparmio energetico, che quelli per le prestazioni professionali, necessarie sia per la realizzazione degli interventi agevolati che per acquisire la certificazione energetica richiesta per fruire del beneficio. In relazione agli interventi finalizzati alla riduzione della trasmittanza termica delle strutture opache e delle finestre, nonché a quelli relativi agli impianti di climatizzazione invernale e di produzione di acqua calda, sono detraibili le seguenti spese:

a) interventi che comportino una riduzione della trasmittanza termica U degli elementi opachi costituenti l'involucro edilizio, comprensivi delle opere provvisionali ed accessorie, attraverso:

- fornitura e messa in opera di materiale coibente per il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti;

- _fornitura e messa in opera di materiali ordinari, anche necessari alla realizzazione di ulteriori strutture murarie a ridosso di quelle preesistenti, per il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti;
- demolizione e ricostruzione dell'elemento costruttivo;

b) interventi che comportino una riduzione della trasmittanza termica U delle finestre

- comprensive degli infissi attraverso:
- _miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti con la fornitura e posa in opera di una nuova finestra comprensiva di infisso;
- miglioramento delle caratteristiche termiche dei componenti vetrati esistenti, con integrazioni
- e sostituzioni;

c) interventi impiantistici concernenti la climatizzazione invernale e/o la produzione di acqua calda attraverso:

- fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche, nonché delle opere idrauliche e murarie necessarie per la realizzazione a regola d'arte di impianti solari termici organicamente collegati alle utenze, anche in integrazione con impianti di riscaldamento;
- smontaggio e dismissione dell'impianto di climatizzazione invernale esistente, parziale o totale, fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche, delle opere idrauliche e murarie necessarie per la sostituzione, a regola d'arte, di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione. Negli interventi ammissibili sono compresi, oltre a quelli relativi al generatore di calore, anche gli eventuali interventi sulla rete di distribuzione, sui sistemi di trattamento dell'acqua, sui dispositivi controllo e regolazione nonché sui sistemi di emissione.

Per quanto riguarda gli interventi di riqualificazione energetica dell'edificio sono spese detraibili, oltre alle spese professionali, quelle relative alle forniture ed alla posa in opera di materiali di coibentazione e di impianti di climatizzazione nonché la realizzazione delle opere murarie ad essi collegate.

CALCOLO E LIMITI DELLA DETRAZIONE

L'agevolazione per gli interventi che realizzano un risparmio energetico consiste in una detrazione dall'imposta lorda, che può essere fatta valere sia sull'IRPEF che sull'IRES, in misura pari al 55 per cento delle spese sostenute nel 2007 o, per i soggetti con periodo d'imposta non coincidente con l'anno solare, nel periodo d'imposta in corso alla data del 31 dicembre 2007.

Più specificatamente:

a) per i contribuenti non titolari di reddito d'impresa (come le persone fisiche, gli enti non commerciali, gli esercenti arti e professioni) sono detraibili le spese per le quali il pagamento è effettuato mediante bonifico bancario o postale dal 1° gennaio al 31 dicembre 2007;

b) per i contribuenti titolari di reddito d'impresa, per i quali i lavori ineriscono all'esercizio dell'attività commerciale, sono detraibili le spese imputabili al periodo d'imposta in corso al 31 dicembre 2007.

La detrazione spettante deve essere ripartita in tre quote annuali di pari importo: si deve far valere quindi nella dichiarazione dei redditi (modello 730 e/o modello Unico) relativa al periodo d'imposta in corso al 31 dicembre 2007 e nei due periodi d'imposta successivi.

Il limite massimo di detrazione deve intendersi riferito all'unità immobiliare oggetto dell'intervento e, pertanto, andrà suddiviso tra i soggetti detentori o possessori dell'immobile che partecipano alla spesa, in ragione dell'onere da ciascuno effettivamente sostenuto.

Anche per gli interventi condominiali l'ammontare massimo di detrazione deve essere riferito a ciascuna delle unità immobiliari che compongono l'edificio tranne le ipotesi in cui l'intervento si riferisce all'intero edificio e non a "parti" di

edificio. In quest'ultimo caso, l'ammontare di 100.000 euro deve ritenersi che costituisca il limite complessivo della detrazione, da ripartire tra i soggetti che hanno diritto al beneficio.

Gli importi di 100.000 euro, 60.000 euro e 30.000 euro, stabiliti in relazione ai singoli interventi agevolabili, rappresentano infatti il limite massimo del risparmio d'imposta ottenibile mediante la detrazione, e non il limite di spesa. Pertanto i limiti massimi di spesa sui quali calcolare la detrazione del 55% sono i seguenti:

SPESA MASSIMA SU CUI CALCOLARE LA DETRAZIONE **IMPORTO MASSIMO SPETTANTE PER**

CIASCUN ANNO

Per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale

54.545,45 euro

10.000 euro

Per interventi di riduzione della dispersione termica (pareti, finestre)

109.090,91 euro

20.000 euro

Per l'installazione di pannelli solari

109.090,91 euro

20.000 euro

Per la riqualificazione energetica di edifici esistenti

181.818,18 euro

33.333 euro

ATTENZIONE

Nel caso in cui siano stati attuati più interventi agevolabili, semprechè cumulabili (vedi capitolo 2), il limite massimo di detrazione applicabile sarà

costituito dalla somma degli importi previsti per ciascuno degli interventi realizzati.

Così ad esempio se siano stati installati i pannelli solari, per i quali è previsto un importo massimo di detrazione di 60.000 euro, e sia stato sostituito l'impianto di climatizzazione invernale, per il quale la detrazione massima applicabile è prevista nella misura di 30.000 euro, sarà possibile usufruire della detrazione massima di 90.000 euro. Naturalmente, qualora si attuino interventi caratterizzati da requisiti tecnici che consentano di ricondurli astrattamente a due diverse fattispecie agevolabili – essendo stati realizzati, ad esempio, interventi di coibentazione delle pareti esterne, inquadrabili nell'ambito della riqualificazione energetica dell'edificio o nell'ambito degli interventi sulle strutture opache verticali – il contribuente potrà applicare una sola agevolazione e dovrà indicare nella scheda informativa prevista dall'allegato E a quale beneficio intende fare riferimento.

11.4 - NOVITÀ IN MATERIA DI AGEVOLAZIONE ALL'EDILIZIA PREVISTA DALLA LEGGE FINANZIARIA 2008

La detrazione I.R.P.E.F. del 55% per gli interventi di risparmio energetico;

- La proroga della detrazione I.R.P.E.F. del 36% sulle spese di ristrutturazione di fabbricati abitativi;
- La proroga dell'aliquota I.v.a. ridotta sui corrispettivi degli interventi edilizi.

Premessa

L'art. 2, commi da 12 a 18, Legge finanziaria 2008, , dispone la proroga di una serie di agevolazioni relative agli interventi di ristrutturazione edilizia per il triennio 2008, 2009 e 2010.

Più precisamente sono prorogate la detrazione Irpef pari al 36% delle spesa sostenute per interventi di ristrutturazione edilizia [comma 12, lettera a)], l'applicazione dell'aliquota I.V.A. del 10% sugli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria (comma 13), nonché la detrazione I.R.P.E.F. del 55% sulle spese sostenute per interventi mirati alla riqualificazione energetica degli edifici (comma 15).

Inoltre è reintrodotta, dopo un periodo di interruzione, la detrazione Irpef del 36% sull'acquisto di unità immobiliari facenti parte di interi fabbricati ristrutturati, in relazione ad interventi eseguiti dal 1º gennaio 2008 e sino al 31 dicembre 2010, purchè l'acquisto avvenga entro il 30 giugno 2011 [comma 12, lettera b)].

Detrazione del 55%

la detrazione del 55% è stata introdotta dall'art. 1, commi da 344 a 347, della Legge 27 dicembre 2006, n. 296 in relazione alle spese sostenute sino al 31 dicembre 2007 per la realizzazione di vari tipi di intervento volti alla riqualificazione energetica degli edifici.

Il comma 15 dell'art. 2 proroga l'applicazione per l'intero triennio 2008, 2009, 2010.

I tipi di intervento ammessi sono classificabili in quattro categorie generali, per ciascuna delle quali è posto un distinto tetto massimo di spesa e, quindi, di detrazione:

Comma	Tipi di intervento	Tetto massimo di spesa	Limite massimo di detrazione
344	Riqualificazione energetica degli edifici	181.818,18 €	100.000,00 €
345	Involucro esterno degli edifici (tetti, pavimenti,coibentazioni) , finestre con infissi	109.090,90 €	60.000,00 €
346	Installazioni di pannelli solari	109.090,90 €	60.000,00 €
347	Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale, con installazione di caldaie a condensazione	55.545,45 €	30.000,00 €

I tipi di intervento sono stati, comunque, individuati dettagliatamente dal decreto del Ministro dell'economia e delle finanze, di concerto con in Ministro dello sviluppo economico emanato in data 19 febbraio 2007 .

Ambito applicativo

Va osservato che l'ambito dell'applicazione della detrazione del 55% è ben più ampio di quella illustrata in precedenza del 36%, poiché:

- è fruibile in relazione ad interventi eseguiti su fabbricati di ogni genere (purchè già esistenti) e non solo su fabbricati abitativi;
- è fruibile sia da soggetti non imprenditori, sia da soggetti imprenditori (persone fisiche imprenditrici o società di ogni tipo);
- è fruibile sia da coloro che possiedono l'immobile, sia dai soggetti che lo detengono, quali il conduttore, il comodatario ed anche l'utilizzatore, nell'ambito del contratto di *leasing* (art. 2 del Decreto Interministeriale 19 febbraio 2007);

- la detrazione è applicabile sia agli effetti dell'Irpef, sia agli effetti dell'Ires, essa, quindi, può essere utilizzata anche dalle società di capitali munite di personalità giuridica.

Si rammenta che trattasi di una detrazione e non di un credito, per cui essa è portata a riduzione dell'imposta lorda dovuta dal contribuente, nei limiti della medesima: ciò significa che, qualora la detrazione spettante per un determinato periodo superi l'imposta lorda, l'eccedenza andrà perduta e non potrà generare un credito riportabile al periodo successivo.
Da questo punto di vista, deve essere accolta positivamente l'innovazione introdotta dalla legge finanziaria (comma 18 dell'art. 2) che consente di ripartire la detrazione in un numero di quote annuali di pari importo non inferiore a tre e non superiore a dieci, a scelta irrevocabile del contribuente, operata all'atto della prime detrazione.
A decorrere dalle spese sostenute dal 1º gennaio 2008, dunque, ciascun contribuente, sulla base della stima dell'imposta lorda dovuta negli esercizi successivi, sarà libero di scegliere il numero di rate in cui ripartire la detrazione maturata.

Si osservi che, in relazione alle spese sostenute nell'arco del periodo 2007, la LEGGE n. 296/2006 prevedeva obbligatoriamente la ripartizione della detrazione in tre rate annuali, senza alcuna alternativa.

Detrazione I.R.P.E.F. del 36%

Si tratta della storica agevolazione, da ultimo prevista dall'art. 2, comma 5, della Legge 27 dicembre 2002, n. 289, che prevede una detrazione agli effetti dell' I.R.P.E.F. pari al 36% delle spese sostenute per la ristrutturazione di fabbricati abitativi o delle parti comuni di condomini a prevalente destinazione abitativa.
La detrazione compete sino al limite di spesa di 48.000,00 € per ogni unità immobiliare, per cui il suo ammontare massimo corrisponde ad 17.280,00 €
La detrazione è imputabile a riduzione dell'Irpef da parte del soggetto che

sostiene le spese in dieci rate annuali di pari importo, a decorrere dal periodo d'imposta in cui le medesime sonosostenute.

Qualora il beneficiario dell'agevolazione sia una persona di età avanzata, il tempo di recupero della detrazione è ridotto: tre rate annuali per i soggetti che abbiano compiuto l'ottantesimo anno di età entro la fine dell'anno in cui la spesa è stata sostenuta oppure cinque rate annuali per i soggetti che abbiano compiuto settantacinque anni.

Si osservi che l'agevolazione consiste in una detrazione e non in un credito, per cui, nel caso in cui l'imposta lorda dovuta sia inferiore alla detrazione spettante nel singolo periodo d'imposta, l'eccedenza andrà perduta e non genererà alcun credito riportabile all'anno successivo.

Spesa agevolata

Gli interventi e le spese per le quali compete la detrazione sono quelli previsti dell'art. 1 della LEGGE 27 dicembre 1997, n. 449 e precisamente:

- interventi di cui alle lettere b), c) e d) del comma 1 dell'art. 3 del D.P.R. 6 giugno 2001, n.380 (*ex* art. 31 della Legge 5 agosto 1978, n.457) su singole unità immobiliari residenziali, anche rurali e sulle loro pertinenze; si tratta degli interventi edilizi di manutenzione straordinaria [lettera b)], di restauro e risanamento conservativo [lettera c)] e ristrutturazione edilizia [lettera d)]; sono inoltre compresi gli interventi per la messa a norma degli edifici sia per quanto riguarda gli impianti elettrici, sia per quanto riguarda gli impianti a metano, nonché una serie di altri interventi dettagliatamente elencati dall'art. 1 dalla Legge n. 449/1997, quali, ad esempio, gli interventi per la sicurezza statica degli edifici, per l'adozione di misure antisismiche, per l'abbattimento delle barriere architettoniche o per la cablatura degli edifici;
- interventi di realizzazione di autorimesse o di posti auto pertinenziali, anche a proprietà comune;

- interventi di cui alle lettere a), b), c) e d) del comma 1 dell'art. 3 del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (*ex* art. 31 della Legge n. 457/1978) posti in essere su parti comuni di condomini: si tratta, dunque, degli stessi interventi contemplati per le singole unità abitative, con l'aggiunta della semplice manutenzione ordinaria [lettera a)];
- acquisto di autorimesse o *box pertinenziali* ad unità abitative, costruiti su aree pubbliche, ai sensi della Legge 5 maggio 1999, n. 122, da soggetti concessionari dei diritti di superficie (imprese o società cooperative); in questo caso, però, il 36% non è commisurato al prezzo dell'acquisto, ma al costo di realizzazione sostenuto dall'impresa costruttrice del bene, la quale dovrà rilasciare apposita certificazione.

Soggetti beneficiari

I soggetti beneficiari dell'agevolazione sono coloro che possiedono o detengono l'unità abitativa: si tratta, pertanto, oltre che del proprietario, di nudo proprietario, dell'usufruttuario o del titolare di altro diritto reale che comporti il possesso, anche del conduttore o del comodatario.
Si rammenta, però, che, a differenza di quanto previsto per le spese sostenute sino al 31 dicembre 2005, il tetto massimo di spesa di euro 48.000 rimane fermo per ogni unità immobiliare, quand'anche sussistano più potenziali beneficiari in relazione al singolo immobile, come accade, per esempio, in presenza di più comproprietari ovvero di usufruttuari e di nudi proprietari.

In relazione agli interventi realizzati sino al 31 dicembre 2005, invece, il tetto massimo di spesa era posto in relazione a ciascun beneficiario, per cui, in caso di tre comproprietari, il limite doveva intendersi moltiplicato per tre.
Fra i soggetti beneficiari si annoverano anche le società semplici, le società in nome collettivo, le società in accomandita semplice, le imprese familiari e i soggetti ad esse equiparati, contemplati dall'art. 5 del Tuir, che producono redditi in forma associata.

Siccome questi soggetti imputano per trasparenza i propri redditi ai soci, i quali assoggettano ad Irpef i redditi derivanti dalla partecipazione alle società, nella stessa proporzione attribuiscono la detrazione Irpef del 36% maturata in relazione alle spese sostenute.

Si rammenta, però, che gli immobili di proprietà delle suddette società che danno luogo all'agevolazione sono esclusivamente quelli non strumentali all'attività d'impresa, di cui all'art. 90 del T.U.I.R., richiamato dall'art. 56 del T.U.I.R. per la società in nome collettivo ed in accomandita semplice.

Gli interventi posti in essere dalle società commerciali di persone, dunque, devono riguardare gli immobili, produttivi di redditi di natura fondiaria, i cui costi non sono ammessi in deduzione agli effetti delle imposte sui redditi: solo tele ipotesi, le spese sostenute (non deducibili dal reddito) daranno lungo la detrazione Irpef del 36%, attribuita *pro quota* ai soci.

Deve altresì essere osservato che l'agevolazione, riguardando soggetti non imprenditori o, comunque, anche nel caso di società commerciali di cui l'art. 5 del Tuir, beni non appartenenti all'attività d'impresa, è sempre fondata sul principio di cassa, per cui la detrazione Irpef ha vigore nell'anno in cui le spese sono state effettivamente sostenute e può essere imputata in misura di un decimo nella dichiarazione dei redditi di tale anno e dei nove successivi (fatte salve le rateizzazioni più brevi nel caso di beneficiari di età avanzata).

Novità della Finanziaria 2008

Come anticipato, la lettera b) del comma 12 dell'art. 2 reintroduce l'agevolazione prevista dall'art. 9, comma 2, della Legge 28 dicembre 2001, n. 448, che per l'anno 2007, non era più stata contemplata.
L'agevolazione consiste nel riconoscimento di una detrazione Irpef a beneficio di chi acquisti un fabbricato abitativo dall'impresa che ha eseguito la

ristrutturazione [od un altro intervento edilizio previsto dalle lettere c) e d) del comma 1 dell'art. 3 del D.P.R. n. 380/2001] dell'intero edificio cui l'unità compravenduta appartiene.
La detrazione compete all'acquirente o all'assegnatario dell'unità immobiliare, in misura del 36% del valore degli interventi di ristrutturazione eseguiti.
Tale valore, determinato forfetariamente, corrisponde al 25% del prezzo di vendita risultante dall'atto di compravendita o di assegnazione, comunque nel limite massimo di euro 48.000.
Il comma 12 dell'art. 2 precisa, infatti, che l'agevolazione compete secondo il testo vigente al 31 dicembre 2003, per cui la percentuale di detrazione è quella del 36% (e non del 41% previsto dal testo originario dell'art. 9) ed il limite massimo di spesa che dà luogo all'agevolazione è fissato in 48.000,00 € (e non in 60.000,00 € come risulta nel testo originario).
La detrazione massima ammissibile ammonta, quindi, ad 17.280,00 € fruibile in dieci rate annuali di pari importo, a decorrere dal periodo d'imposta in cui il prezzo è stato pagato ed a condizione che la compravendita o l'assegnazione siano già stato stipulati.
E' possibile avvalersi della detrazione anche a fronte di pagamenti seguiti in acconto, senza che sia stato ancora stipulato l'atto, purchè le parti abbiano sottoscritto un contratto preliminare da cui risulti il versamento degli acconti e che esso sia stato sottoposto a registrazione, fermo restando che l'alienazione dell'immobile deve avvenire entro il 30 giugno 2011.
L'agevolazione reintrodotta dal disegno di legge riguarda soltanto gli interventi eseguiti dal 1º gennaio 2008 al 31 dicembre 2010: sembrano dunque, esclusi gli interventi che siano già iniziati prima del 1º gennaio 2008 e che si concludano entro il 31 dicembre 2010.
Parimenti sono esclusi i lavori che si concludono oltre il termine del 31 dicembre 2010, sebbene siano iniziati nel corso del triennio agevolato.
Si ritiene che il momento di inizio e di fine lavori possa coincidere con la comunicazione che l'impresa effettua all'ufficio tecnico comunale ai sensi dell'art. 23 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero con i termini di inizio ed ultimazione

dei lavori stabiliti dal permesso di costruire (art. 5 del D.P.R. n. 380/2001). Considerata la particolare natura dell'agevolazione, non sono richiesti gli adempimenti formali normalmente previsti per l'agevolazione del 36% (cfr. D.Int. 9 maggio 2002) e precisamente:

- Non è necessario che i pagamenti siano eseguiti mediante il bonifico bancario, dal momento che risultano con certezza, dall'atto di alienazione del bene;
- Non è necessaria alcuna comunicazione di inizio lavori all'Agenzia delle Entrate, dal momento che le opere non sono eseguite dall'interessato, ma dall'impresa venditrice.

Aliquota Iva ridotta

Come anticipato nell'introduzione del presente scritto, il comma 13 dell'art. 2 del disegno di legge finanziaria 2008 ha disposto l'applicazione dell'aliquota ridotta del 10% sui corrispettivi degli interventi edilizi su fabbricati residenziali rientrati nelle categorie della manutenzione ordinaria e straordinaria, a suo tempo introdotta dall'art. 7, comma 1, lettera b), della Legge 23 dicembre 1999, n. 488, per i quali sia emessa la fattura a decorrere dal 1º gennaio 2008 e sino al 31 dicembre 2010.

Si tratta, anche in questo caso, della proroga di precedenti disposizioni, la cui scadenza è prevista per il 31 dicembre 2007.

Gli interventi edilizi interessati sono quelli contemplati dalle lettere a) e b) del comma 1 dell'art. 3 del D.P.R. n. 380/2001 e, come prescrive la legge istitutiva, devono riguardare esclusivamente fabbricati a prevalente destinazione abitativa privata e devono consistere in prestazioni di servizi, rimanendo quindi esclusa la cessione dei beni (ancorché accompagnata dalla prestazione del servizio accessorio di posa in opera).

L'art. 7 della Legge 488/1999 precisa, inoltre, che, qualora la prestazione dei servizi oggetto dell'agevolazione comprende anche la fornitura di beni di valore significativo (individuati dal D.M. 29 dicembre 1999), l'aliquota ridotta sarà applicata solo su una parte dell'intera prestazione e precisamente:

- sull'intero valore della manodopera;

- sulla parte del valore del bene fornito che non ecceda il valore della manodopera stessa.

Vediamo un esempio numerico.
Si supponga che, per esempio, si realizzi l'installazione di una caldaia per il corrispettivo complessivo di euro 10.000, di cui 7.000 corrispondono al costo della caldaia stessa ed euro 3.000 rappresentano il costo della manodopera.
La base imponibile ai fini Iva sarà così suddivisa:

	Imponibile	Iva
Manodopera:	euro 3.000 X 10%	euro 300
Caldaia euro 7000,così ripartito:	euro 3.000 X 10%	euro 300
	euro 4.000 X 20%	euro 800
Totale	euro 10.000	euro 1.400

Si supponga, invece, che il costo della caldaia ammonti soltanto ad euro 5.000 e che il costo della manodopera sia pari ad euro 5.000, per il corrispettivo complessivo di euro 10.000.
La base imponibile ai fini Iva sarà così suddivisa:

	Imponibile	Iva
Manodopera:	euro 5.000 X 10%	euro 500
Caldaia:	euro 5.000 X 10%	euro 500
Totale	euro 10.000	euro 1.000

In sostanza il costo dei beni di valore significativi (nel nostro caso la caldaia) deve essere scomposto in due parti:

- la prima corrisponde al costo della manodopera ed è soggetta, come la manodopera, all'aliquota del 10%;
- l'eventuale eccedenza del valore del bene rispetto al costo della manodopera sarà assoggettata all'aliquota propria del bene.

Nel primo esempio il costo della caldaia (7.000) superava il costo della manodopera (3.000), per cui la quota coperta dalla manodopera (3.000) è stata assoggettata al 10%, mentre l'eccedenza di 4.000 è stata sottoposta al 20%.

Nel secondo esempio il costo della caldaia corrisponde a quello della manodopera, per cui, non presentando eccedenze rispetto alla manodopera stessa, essa è stata interamente sottoposto all'aliquota del 10%.
Va osservato che il disegno di legge finanziaria, nel disporre la descritta proroga dell'applicazione dell'Iva ridotta, non ha riproposto (a differenza di quanto stabilito per la detrazione del 36%) la condizione che il costo della manodopera relativa alla prestazione eseguita sia distintamente indicato in fattura (comma 14 dell'art. 2 del disegno di legge).

Il comma 14, infatti, richiama solo le agevolazioni di cui al comma 12 (detrazione del 36%) e non anche quelle in cui al comma 13 (Iva ridotta).

Ci si domanda se si tratti di una semplice dimenticanza o di una scelta deliberata, dal momento che, con riferimento al periodo 2007, tale condizione era posta con riferimento ad entrambi i tipi di agevolazione: il comma 388 dell'art. 1 della Legge n. 296/2006 richiama infatti tutte le agevolazioni di cui al comma 387, il quale comprendeva sia la detrazione del 36%, sia l'applicazione dell'Iva ridotta.

Se il testo del disegno di legge non subirà variazioni, avremo che, agli effetti dell'applicazione dell'aliquota Iva 10% sulle prestazioni di manutenzioni ordinarie o straordinarie, non sarà più necessario indicare, sulle fatture emesse a decorrere dal 1º gennaio 2008, il costo della manodopera.

Deve però essere ben chiaro che, se l'intervento di manutenzione straordinaria è oggetto dell'agevolazione del 36% o del 55%, il costo della manodopera, a tale fine, dovrà comunque essere distintamente indicato in fattura, anche se ciò è ininfluente ai fini dell'aliquota Iva ridotta.
Da ultimo, va osservato che qualora tale intervento di manutenzione straordinaria comporti anche la fornitura e l'installazione di un bene di valore significativo individuato dal D.M. 29 dicembre 1999 (ad esempio, una caldaia), nella fattura dovrà essere esposto, in modo distinto dal resto del corrispettivo, anche il valore del bene.

Tale fattura, pertanto, dovrà contenere l'indicazione sia del valore del bene agli effetti della corretta applicazione dell'Iva ridotta, sia del costo della manodopera per consentire al committente di avvalersi della detrazione del 36%.

Si sottolinea che l'aliquota del 10%, prevista dall'art,7 della Legge 488/1999 ed oggetto della proroga qui illustrata (comma 13 dell'art. 2 del disegno di legge), si applica solamente alle prestazioni di servizi inerenti agli interventi di recupero edifici a prevalente destinazione abitativa e non alla fornitura di beni destinati a tali interventi: ne consegue che le cessioni di beni finiti, destinati a manutenzioni ordinarie o straordinarie, rimangono soggette all'aliquota Iva del 20%; parimenti, sono soggette all'aliquota del 20% tutte le prestazioni di servizi e le cessioni di beni inerenti a manutenzioni ordinarie e straordinarie su fabbricati diversi da quelli a prevalente destinazione abitativa.

Vale, infine, la pena di ricordare che, indipendentemente dall'agevolazione temporanea appena descritta, rimangono ferme le disposizioni previste stabilmente dall'ordinamento Iva per le prestazioni di recupero edilizio:

- il n. 127- quaterdieces) della tabella A, parte III, allegata al D.P.R. 26 ottobre 1972,n. 633prevede l'applicazione dell'aliquota Iva al 10% sulle prestazioni di servizi dipendenti da contratti di appalto per l'esecuzione, su fabbricati di ogni tipo, di tutti gli interventi di recupero edilizio, esclusi quelli previsti dalle lettere a) e b) del comma 1 del predetto art. 3 del D.P.R. n. 380/2001 (ex art. 31 della L. n. 457/1978);
- il n. 127-terdecies) della stessa Tabella prevede l'applicazione dell'aliquota Iva del 10% sull'acquisto di beni finiti, escluse le materie prime ed i semilavorati, destinati alla realizzazione degli stessi interventi su fabbricati di ogni tipo, esclusi quelli delle lettere a) e b).

Con riferimento a tali opere, che consistono in sostanza negli interventi di restauro e risanamento conservativo e in quelli di ristrutturazione edilizia ed urbanistica [lettere c) d) ed f) del comma 1 dell'art. 3 del D.P.R 380/2001] su fabbricati di ogni genere non è, dunque, intervenuto alcun cambiamento e continua ad applicarsi stabilmente l'aliquota del 10%.

11.5 – LE ESCO (www.escoitalia.eu)

La storia e i presupposti normativi

Il progetto Esco Italia è nato nel 2002 con l'obiettivo di ridurre i consumi energetici attraverso la costituzione, sul modello americano, di società territoriali E.S.Co. (*Energy Service Company* o Società di Servizi Energetici) dedicate allo scopo e specializzate nel raggiungimento degli obiettivi dell'efficienza energetica.

Le Esco intendono operare utilizzando uno strumento finanziario denominato Finanziamento Tramite Terzi (o FTT**)**

Il riconoscimento ufficiale

Il 20 luglio 2004, il Ministero delle Attività Produttive (di concerto con il Ministero dell'Ambiente) ha emanato i decreti sull'efficienza energetica negli usi finali di energia.

In questo contesto le Esco sono state identificate come riferimento per una serie di attività connesse ai decreti stessi e quali soggetti privilegiati per la gestione dei Titoli di Efficienza Energetica, i cosiddetti Certificati Bianchi**.**

Va inoltre ricordato che, per la prima volta in un bando pubblico (DM MATT del 3 novembre 2004 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale 85 del 13 aprile 2005), le Esco vengono inserite tra i soggetti beneficiari, iniziando così a definirle come interlocutori trasversali delle problematiche connesse all'efficienza energetica.

La scelta dei partner

Uno dei problemi principali nella costituzione delle Esco territoriali è stata - ed è tuttora - l'identificazione di Partner di riferimento forniti di caratteristiche idonee ad affrontare le sfide connesse a questa nuova impostazione del settore energetico, ancora monopolizzato dai grandi gruppi ex pubblici e privati.

È stato infatti necessario individuare a livello nazionale e locale specifici interlocutori in grado di porsi non certo in posizione antagonista, ma almeno in posizione privilegiata all'interno del nuovo mercato quali:

- Associazioni imprenditoriali delle PMI (*Piccole e Medie Imprese*)
- Associazioni ambientaliste
- Associazioni consumeristiche
- Associazioni di aziende della distribuzione di energia
- Associazioni di ex municipalizzate
- Istituzioni finanziarie

L'individuazione e la gestione di tali rapporti, decisamente molto complessi ed articolati, ha richiesto parecchio tempo per definire un modello operativo il più possibile funzionale.

Presentato ufficialmente nel corso di un Convegno tenutosi a Catania nel novembre 2003, alla presenza dei rappresentanti delle PMI, dei consumatori e degli ambientalisti, tale modello operativo ha trovato d'accordo anche il Governo, nella persona del Sottosegretario all'Ambiente, sulla scelta di individuare un nuovo paradigma energetico identificato nello slogan: PMI e famiglie verso l'efficienza energetica e la generazione distribuita

La nascita della rete Esco Italia

Come appare evidente, anche se già si stanno muovendo le prime attività specifiche sui territori, abbiamo è privilegiato l'aspetto della costruzione del *network* e degli *strumenti di intervento* rispetto ai singoli specifici progetti.
Questo percorso ha portato alla costituzione delle prime Esco territoriali, che per loro natura intendono essere l'espressione delle particolari specificità dei luoghi che rappresentano, e alla definizione di altre Esco che diventeranno operative entro i prossimi sei mesi in modo da coprire quasi integralmente il territorio nazionale.

È stata scelta questa politica di sviluppo poiché, vista l'entità degli interessi in gioco e la complessità delle articolazioni, avventurarsi altrimenti (ossia in assenza di un'adeguata copertura finanziaria per la realizzazione dei singoli progetti attraverso il Finanziamento Tramite Terzi e un coerente quadro normativo per la definizione a livello nazionale di ruoli, specificità e comportamenti) avrebbe comportato, a nostro avviso, una notevole difficoltà operativa e il rischio di mettere a repentaglio la validità del progetto stesso.
A riprova della bontà della scelta effettuata, ad oggi, alcuni tra i principali istituti di credito iniziano ad essere sensibilizzati alle problematiche energetiche.

A tal proposito, è in corso di valutazione l'ipotesi di un convegno in *ABI* sulle opportunità derivanti dallo sviluppo del meccanismo del **FTT**.

Finanziamento Tramite Terzi

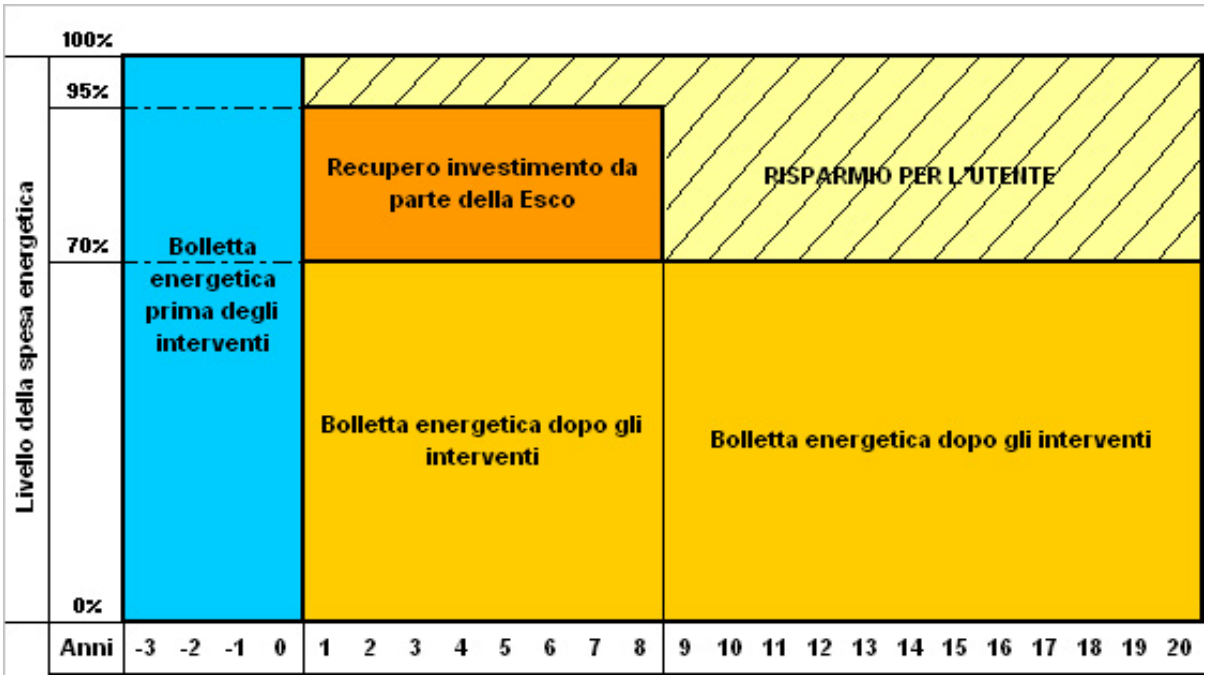
Le Esco intendono operare utilizzando uno strumento finanziario denominato Finanziamento Tramite Terzi **(o** FTT), già oggetto della *Direttiva 93/76/CEE*, ribadito dalla Direttiva 2006/32/CE e nell'*Azione Prioritaria n.5* dell'*Action Plan for Energy Efficiency* predisposto dalla Commissione Europea nel 2006. A livello nazionale italiano, è previsto dal D.Lgs. 115/2008 di recepimento della Direttiva 2006/32/CE.

Il **Finanziamento Tramite Terzi** consiste nella fornitura globale dei servizi di diagnosi, installazione, gestione, manutenzione e finanziamento di un investimento finalizzato al miglioramento dell'efficienza energetica secondo modalità per le quali il recupero del costo di questi servizi è in funzione, in tutto o in parte, del livello di risparmio energetico conseguito.

In altre parole, la Esco effettua l'intervento grazie alle risorse anticipate dal sistema bancario, e si accorda con l'utente finale (che non anticipa niente) su quanta parte del risparmio economico ottenuto grazie all'intervento stesso debba servire a ripagare l'investimento, definendo così il piano di rimborso.
Alla fine del periodo di rimborso, l'utente finale diventa titolare dell'intervento e usufruisce in pieno dei risparmi derivanti.
Il meccanismo e la suddivisione dei risparmi sono illustrati nelle figure sottostanti.

UN COMMITTENTE, PUBBLICO O PRIVATO, VUOLE EFFETTUARE UN INTERVENTO PER RIDURRE I PROPRI CONSUMI ENERGETICI

SENZA FTT	TRAMITE FTT
INDIVIDUA I FORNITORI E DESTINA LE PROPRIE RISORSE FINANZIARIE PER REALIZZARE L'OPERA	INDIVIDUA UNA ESCO CHE PROVVEDE A RICERCARE SIA I FORNITORI CHE LE RISORSE FINANZIARIE
⇩	⇩
IL COSTO DELL'OPERA È TUTTO A CARICO DEL COMMITTENTE	IL COSTO DELL'OPERA È TUTTO A CARICO DELLA ESCO


100%
95%
70%
0%
Livello della spesa energetica
Bolletta energetica prima degli interventi
Recupero investimento da parte della Esco
RISPARMIO PER L'UTENTE
Bolletta energetica dopo gli interventi
Bolletta energetica dopo gli interventi
Anni
-3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

UF 12 - LA COMUNICAZIONE

12.1 INTRODUZIONE – DEFINIZIONE DI COMUNICAZIONE

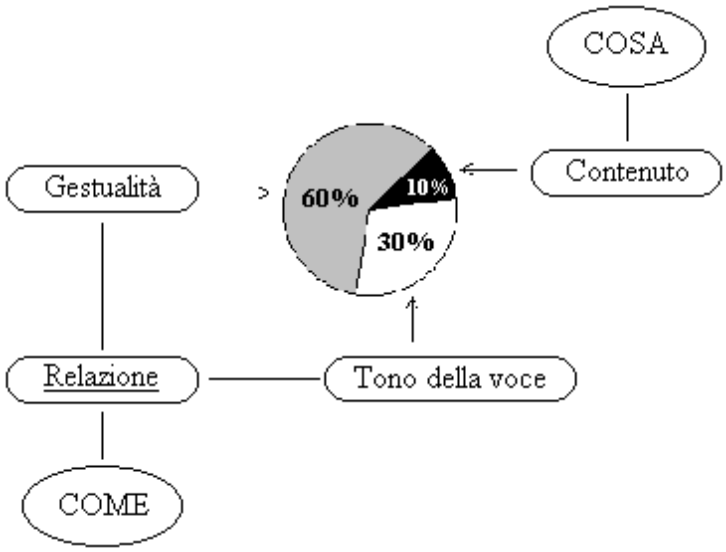
Definizione

La comunicazione è un processo di scambio di informazioni e di influenzamento reciproco che avviene in un determinato contesto. (Watzlawick) . La comunicazione è un'esperienza usuale e continua di relazione con gli altri, tende quindi ad influenzare reciprocamente le persone in relazione.

Elementi generali

E' impossibile non comunicare: anche l'intenzionale assenza di comunicazione verbale, di fatto, comunica la nostra volontà di non entrare in contatto con l'altro. Ogni comunicazione contiene un aspetto di contenuto, la "notizia", i "dati", e un aspetto di relazione che definisce i rapporti tra gli interlocutori; infatti definisce il modo in cui i dati vengono trasmessi e permette di capire come deve essere interpretato il messaggio (si tratta della metacomunicazione). Ad esempio, si può dire "Bene!" con l'intenzione di lodare qualcuno o con tono sarcastico per metterlo in ridicolo. A sottolineare l'importanza degli aspetti relazionali nella comunicazione vi sono alcuni dati statistici che mostrano che in una comunicazione il contenuto ha un "peso" soltanto del 10%, il tono della voce del 30% e la gestualità del 60%. Tono della voce e gestualità definiscono con il 90% la relazione!

Elementi della comunicazione



Bellini, Gallo, Rovitto, "Comunicazione, lavoro di gruppo, lavoro progettuale" dispensa per il Provveditorato agli Studi di Bergamo, a.s.1992/93

Ancora la ricerca (W.Bennis) ci dimostra che esiste una distorsione del messaggio che desideriamo inviare perchè, oltre a quello che intendiamo comunicare, si aggiunge ciò che non era nostra intenzione comunicare, per cui il messaggio percepito è diverso da quello inviato.

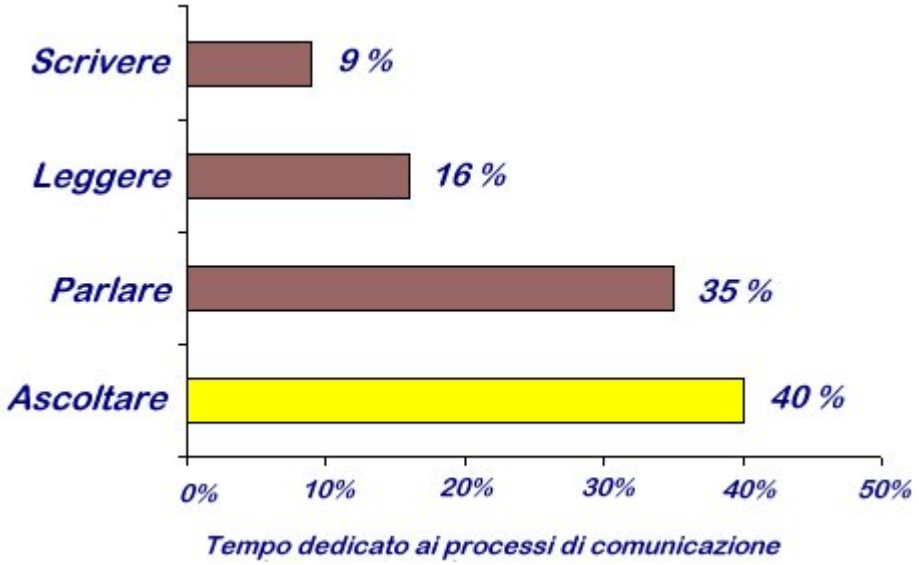
Saper ascoltare

Saper ascoltare costituisce uno dei punti di partenza di una buona e corretta comunicazione.

E' possibile valutare la capacità di ascolto in relazione al tempo dedicato, alla modalità ed ai benefici ricevuti?

Saper "ben ascoltare" può portare ad aprire la mente a nuove idee, a nuove soluzioni, ad arricchimento della persona. E' un'abilità che può essere molto utile anche per la crescita professionale. Questa capacità contribuisce notevolmente ad essere dei bravi genitori, dei buoni figli, degli insostituibili compagni; è indispensabile ai medici, ai manager, indiscutibilmente agli addetti alle vendite.

Da studi statistici, come si vede da grafico, è stato rilevato che, nei processi di comunicazione, la maggior parte del tempo viene dedicata all'ascolto.



Poiché il tempo è un bene prezioso e va utilizzato al meglio, le modalità di ascolto dovrebbero essere migliorate. Un metodo è quello di analizzare schematicamente le proprie modalità di ascolto e tentare di quantificarle:

Ascolto finto	Ascolto **"a tratti"** , lasciandosi catturare da distrazioni, dall'immaginazione e comunque fidandosi dell'intuito che precocemente cattura le cose "importanti" tralasciando quelle meno importanti. Ascolto quindi passivo, senza reazioni, vissuto solo come opportunità per poter parlare.
Ascolto logico	Ci si sente già soddisfatti quando ci si scopre ad ascoltare applicando un efficace controllo del significato logico di quello che ci viene detto. L'attenzione sarà concentrata sul contenuto di ciò che viene espresso ed anche l'interlocutore potrebbe avere l'errata convinzione di essere stato capito.
Ascolto attivo empatico	Ci si mette in condizione di "**ascolto efficace** " provando a mettersi "**nei panni dell' altro** ", cercando di entrare nel punto di vista del nostro interlocutore e comunque condividendo, per quello che è umanamente possibile, le sensazioni che manifesta. Attenzione: da questa modalità è escluso il giudizio, ma anche il consiglio e la tensione del "dover darsi da fare" per risolvere il problema.

Quanto si è disposti a credere che quest'ultima modalità possa allargare le conoscenze, facilitare i rapporti, evitare errori, risparmiare tempo, aumentare la fiducia nella relazione? Può valer la pena di fare dei tentativi?
Lo sforzo necessario sarà di spostare il l'interesse dal "**perché** " l'altro dice, interpreta o vive una situazione al "**come** " la dice: avendo, e quindi mostrando, interesse e comprensione (*"sei importante, ho stima di te e riconosco, rispetto e condivido il tuo sentimento").* Potrebbe succedere che chi parla, sentendosi ascoltato, tenterà di migliorare la comunicazione sia nella quantità che nella qualità a tutto vantaggio della ricchezza delle informazioni, del senso di sicurezza, della fiducia e dell'onestà.

Applicare una più efficiente modalità di ascolto avrà diversi **vantaggi** nei vari ambiti:

- riduce le incomprensioni.
- induce l'interlocutore ad esprimersi a pieno senza timore: spesso stimola in lui la ricerca delle migliori possibilità espressive, anche nei contenuti!

Rapportarsi al meglio con gli altri aumenta l'**autostima** e la **fiducia in se stessi** : si immagazzinano più informazioni, si eseguono meglio le istruzioni ed anche si ha maggior controllo su quelle date. Meno errori vuol dire impiegare il tempo al meglio in un clima di fiducia e di rispetto. Saper ascoltare se stessi, inoltre, metterà al riparo da scelte di cui ci si potrebbe pentire e aiuterà a soddisfare i bisogni ben individuati.

La Comunicazione non verbale

La comunicazione umana è estremamente complessa e non si riduce solamente alla parola.

Il linguaggio è solo la punta di un iceberg, emersa in modo "formale", mentre la maggior parte della comunicazione resta immersa nell'inconsapevolezza.

In questo modulo conosceremo la comunicazione non verbale, cioè tutto ciò che riguarda i messaggi veicolati dal corpo, al di là della parola. I segnali non verbali che il nostro corpo produce in maniera non controllata, infatti, sono un'altra via per conoscere il pensiero e le emozioni di chi abbiamo davanti.

Nel corso del modulo saranno analizzate le diverse forme di comunicazione non verbale e il loro rapporto con la componente verbale della comunicazione.
Le emozioni, dopo la percezione, sono la prima forma di elaborazione degli stimoli provenienti dall'ambiente esterno, e costituiscono allo stesso tempo una forma di risposta immediata.

Questa funzione di elaborazione risiede in una parte arcaica del cervello umano, l'amigdala. Un sistema che è in stretta relazione con le necessità di sopravvivenza. Si pensi ad esempio all'emozione della paura e alla sua efficacia nel farci allontanare prontamente da una situazione di pericolo.
Gli stimoli esterni raggiungono il cervello e vengono recepiti dall'amigdala, il cervello primordiale, nato con lo scopo di preservare l'organismo dal pericolo.

La reazione istintuale, del tutto irrazionale, viene poi interpretata dalla seconda area che riceve il messaggio: la neocorteccia. Questa regione del cervello, che è la parte del cervello comparsa per ultima nella storia evolutiva dell'uomo, è quella in cui risiedono le funzioni più alte del pensiero.
L'azione combinata dell'amigdala e della neocorteccia origina l'espressione non verbale, ad esempio i gesti e la mimica, e questo avviene senza che il soggetto ne sia consapevole.

Difficilmente, però, una persona può contraffare il linguaggio del corpo, proprio perché è strettamente collegato alle emozioni e solo parzialmente filtrato dal pensiero cosciente. Di conseguenza il comportamento non verbale potrebbe comunicare anche un messaggio completamente diverso da quello veicolato intenzionalmente tramite le parole.

Lo psicologo Mehrabian ha riscontrato che ciò che influenza maggiormente la valutazione e la comprensione di un messaggio è solo per il 7% il linguaggio verbale, per il 38% l'intonazione della voce e per il 55% il linguaggio non verbale.
Dunque la conoscenza dei segnali non verbali offre maggiori possibilità di comprendere in modo completo il messaggio inviato, che può essere più o meno congruente con le parole.
L'ascolto attivo aiuta a "sezionare" il corpo per recepire i segnali non verbali, e permette poi di ricostruirlo nel suo insieme.

Un gesto, considerato singolarmente può ingannare, e solo l'analisi e poi la sintesi complessiva dei messaggi non verbali permette di comprendere il messaggio emozionale.
Gli elementi di osservazione del linguaggio non verbale sono:

- il volto, (mimica)
- la gestualità (cinesica)
- i movimenti del corpo (postura)
- le distanza (prossemica)
- la voce (paralinguistica)

Per comprendere il significato dei messaggi non verbali è del tutto inutile attivare un'analisi razionale. Trattandosi infatti di un linguaggio emozionale, i suoi segnali possono essere compresi solo attraverso l'empatia: le emozioni recepite faranno comprendere il vero significato della comunicazione dell'altro.

Integrando poi le conoscenze acquisite sul linguaggio non verbale, sarà possibile interpretare il messaggio che l'interlocutore intendeva trasmettere, tendendo comunque presente che l'interpretazione del non verbale, per la natura polisemica che caratterizza la gestualità, può comportare ampi margini di errore.

Paul Ekman, uno psicologo americano, ha studiato scientificamente il linguaggio non verbale dell'uomo. Egli ha potuto così scoprire che il volto è in grado di assumere ben 55.000 espressioni differenti, ed è il più potente mezzo espressivo di segnali non verbali dell'uomo, anche perché le movenze prodotte dai vari muscoli facciali possono essere combinate tra loro.
Gestualità e linguaggio verbale, pur se in misura differente fra le culture, sono due elementi dell'espressività linguistica che si supportano vicendevolmente. Lo psicologo Bernard Rimé, che ha condotto molti studi sulla cinesica, ha sottolineato come le persone immobilizzate, abbiano molte difficoltà ad esprimersi, e producano un linguaggio più povero, stentato, con molti errori di pronuncia.

L'interpretazione della cinesica consente quindi di analizzare anche le connessioni tra linguaggio e pensiero.
La postura rivela sia lo stato emotivo proprio di una persona, sia la reazione a determinati stimoli ricevuti durante una conversazione.

La posizione del corpo cambia con gli stati d'animo, ma resta sempre una postura "significante", involontaria, tipica della personalità di ognuno.

La postura, però, risente anche della provenienza culturale dell'interlocutore, quindi non è un segnale che descrive solo la personalità dell'interlocutore.
Ogni corpo si colloca nello spazio relazionale con una intenzione particolare, quale ad esempio la ricerca di intimità con l'interlocutore.

Edward T. Hall ha coniato il termine prossemica per indicare i significati che i corpi trasmettono nel disporsi spazialmente tra loro: non sempre si sceglie una distanza, il più delle volte le regole sociali sono influenzate da bisogni e desideri non dichiarati.

La paralinguistica è lo studio dell'espressione vocale che accompagna le parole e l'articolazione del linguaggio. La voce è il mezzo su cui viene esercitato un controllo razionale minore, e che quindi rivela, in maniera più marcata, gli stati emotivi e gli atteggiamenti interpersonali (tono, ritmo, vocalizzazioni, ecc…)

L'apparato respiratorio riceve stimoli e comandi sia dal sistema nervoso centrale, cioè il cervello nel suo insieme di razionalità ed emozione, sia dal sistema nervoso autonomo, cioè quello che regola le funzioni vitali in maniera automatica.

E' quindi un crocevia di stimoli che può rivelare alterazioni fisiologiche dovute a stati d'animo particolari (si pensi ad esempio al pianto). Un'intensa emozione può certamente alterare il respiro e rivelare ad esempio uno stato di agitazione della persona con cui stiamo comunicando.
Secondo Paul Watzlawick, principale esponente della teoria della pragmatica della comunicazione umana, della Scuola di Palo Alto, qualsiasi comportamento che avviene in presenza di un'altra persona, che ci sia intenzionalità o meno, è un atto comunicativo.
Insomma, non si può non comunicare: qualsiasi segnale, il tono di voce, ma anche i silenzi o il modo di vestire, costituiscono un messaggio veicolato agli altri, volontariamente o meno.

In sostanza, possiamo osservare come i segnali non verbali si scontrino con quelli verbali, per:

- accentuare: enfatizzando parti del messaggio verbale
- completare: aggiungendo sfumature al messaggio verbale
- contraddire: negando il messaggio verbale
- regolare: controllando il flusso dei messaggi verbali
- sostituire: mettendosi al posto dei messaggi verbali

12.2 I GRUPPI DI LAVORO E LE RELAZIONI

Comunicare all'interno di un gruppo significa stabilire un sistema relazionale specifico, che utilizza i suoi codici, unici ed irripetibili.

Poiché ogni gruppo rappresenta un micromondo organizzato, con regole e linguaggi propri, il gruppo stesso può diventare un "modello", ed esportare i suoi valori verso l'ambiente esterno.

In questo modulo analizzeremo le caratteristiche dei diversi tipi di gruppo e le fasi di sviluppo che ogni gruppo attraversa.
I gruppi, che si costituiscono come versione moderna del clan e della tribù, hanno sempre uno scopo sociale: difendersi da gruppi più grandi, isolarsi per mantenere i propri valori, la propria cultura, minacciati dall'esterno, ma anche crescere e svilupparsi attorno ad un sito fertile (ad esempio gli Egiziani sul Nilo).

Qualsiasi sia la ragione sociale, il gruppo agisce per conservare, innovare, difendere o creare una propria identità.
La creazione di un gruppo può costituire una fonte di scoperte relazionali, di soluzioni ed idee originali che vengono create dall'identità del gruppo e nello stesso tempo contribuiscono ad alimentare e rafforzare tale identità.

Se l'innovazione che il sistema relazionale riesce a sviluppare è particolarmente significativa, quella cultura, quei codici, quel linguaggio e quello stile relazionale, si diffondono anche all'esterno del gruppo che li ha generati, consentendo l'ampliamento del sistema stesso verso superiori orizzonti.
L'aggregazione di persone in un gruppo può essere spontanea o pilotata.

Nel primo caso la creazione di un gruppo avviene per desiderio, inclinazione, attrazione o bisogno. Si pensi ad esempio alla nascita di una compagnia teatrale. Gli attori si lasciano guidare dalla loro inclinazione naturale, si orientano sulla base della loro formazione artistica, seguono il "feeling" relazionale e decidono che riescono a comunicare bene in un certo contesto e con altri attori, simili per vocazione.
Il gruppo spontaneo agisce con regole autodeterminate, e stabilisce in maniera autonoma la propria leadership tenendo presenti i bisogni collettivi che emergono al suo interno.

Tale gruppo crea e sviluppa un proprio codice relazionale originale, sulla base del quale orienta le proprie azioni all'interno e all'esterno del gruppo. Anche l'eventuale ingresso di nuovi membri viene deciso autonomamente, accettando chi è gradito e rifiutando chi non lo è.

Anche gli obiettivi verso cui rivolgersi sono stabiliti autonomamente dal gruppo spontaneo, che sviluppa nei confronti dell'ambiente esterno un approccio "casuale": non necessariamente, infatti, il progetto che il gruppo crea al proprio interno viene esportato anche al di fuori di esso.
Il gruppo pilotato viene creato per un obiettivo specifico, e assume quindi un valore completamente diverso rispetto al gruppo spontaneo. Anche se le dinamiche relazionali possono sembrare molto simili, si può facilmente osservare come la sua peculiarità stia nella motivazione.

Un gruppo pilotato infatti viene organizzato da una leadership esterna, che persegue un obiettivo preciso (ad esempio un team di progetto).

I componenti del gruppo vengono scelti per attitudini, capacità individuali e altre caratteristiche funzionali allo scopo.
Spesso i gruppi pilotati, una volta raggiunto l'obiettivo, vengono sciolti, oppure assorbiti in gruppi più estesi. Non sempre resta traccia nel tempo e nello spazio del loro operato, il più delle volte è piuttosto il singolo membro a trarne qualche vantaggio.

Solo se la diffusione della cultura generata (linguaggio, codici, stile relazionale) è parte integrante dell'obiettivo o la leadership ne giudica interessante la diffusione, il "modello" si consolida. Altrimenti l'esperienza relazionale del gruppo resterà circoscritta al contesto spazio-temporale in cui ha preso forma.
La creazione di un team costituisce un momento "magico", una leva strategica per ogni azienda, poiché, indipendentemente dall'obiettivo che si vuole raggiungere, il team è fonte di innovazione e creatività, e genera un vero e proprio nucleo "energetico".

Esso è alimentato da una serie di fattori che incidono sulle persone coinvolte. Le aspettative, l'interesse per il lavoro, le relazioni che si stabiliscono, contribuiscono a motivare i singoli partecipanti al gruppo.
La formazione del team di lavoro viene eseguita secondo le necessità operative e gli obiettivi finali.

Una buona selezione dovrebbe comprendere l'analisi delle modalità relazionali di ciascun membro, per prevedere, fin dall'inizio, le possibilità di successo del team. Le persone dovrebbero essere inserite in un gruppo con criteri di compatibilità o conflittualità.

Se la scelta è consapevole, la leadership esterna al gruppo potrà osservare le due diverse direzioni che potrà prendere di conseguenza il progetto.

Le persone non dovrebbero essere inserite casualmente nei gruppi di lavoro e non è sufficiente la loro preparazione professionale a garantire il successo del progetto.
Il gruppo omogeneo si dirige verso la realizzazione di due tipologie di progetto: progetti ad alta specializzazione, con tempi anche molto brevi di realizzazione, dove le modalità di relazione sono già sufficientemente evolute, oppure progetti molto impegnativi dal punto di vista professionale, dove c'è una buona prevalenza dell'obiettivo sulla relazione, e dove si può spendere poco tempo all'integrazione del gruppo stesso.

Per gruppo omogeneo si intende anche un gruppo "storico", già sperimentato, dove le persone si conoscono e hanno già lavorato insieme.
Il gruppo disomogeneo è composto da figure multidisciplinari, in cui competenze e ruoli sono diversificati. L'obiettivo è la realizzazione di progetti ad alta creatività, dove la spinta della leadership esterna, punta all'innovazione.

E' chiaro che si tratta di gruppi a rischio, dove la possibilità di conflitto e fallimento è più alta, e dove la professionalità può passare in secondo piano rispetto alle dinamiche relazionali interne.

Il successo dei gruppi disomogenei, però, può creare innovazione.
La creazione e la continuazione di un gruppo attraversano varie fasi, il cui elemento di raccordo è il senso di appartenenza sperimentato dai membri.

Il senso di appartenenza è la sensazione che gli individui hanno di essere "dentro" i confini del gruppo, definiti dalla reciproca condivisione di comportamenti, regole esplicite e implicite, modi di pensare e atteggiamenti.

Nella fase dell'esplorazione, da una parte il gruppo cerca persone adatte, dall'altra l'individuo cerca un gruppo che lo possa soddisfare.

Nella fase della socializzazione il gruppo cerca di cambiare l'individuo in modo che possa contribuire a raggiungere gli scopi del gruppo.

Nella fase di mantenimento gruppo e individuo si cimentano nella negoziazione dei ruoli.

La fase di risocializzazione è caratterizzata da nuove negoziazioni dei ruoli e assetti di potere, e segna una periodo in cui possono comparire forti divergenze tra i membri.
L'ultima fase è quella del ricordo, che segna l'uscita dal gruppo.

12.3 LE BARRIERE DELLA COMUNICAZIONE

Troppo spesso le barriere psicologiche e sociali, che ognuno possiede internamente, impediscono la realizzazione di una comunicazione chiara ed efficace.
In questo modo gran parte di ciò che "si crede" di comunicare, resta chiusa nel proprio "vorrei", non superando il limite della potenzialità.

Piuttosto che attribuire all'ambiente esterno la responsabilità della "non comunicazione", si dovrebbe osservare sempre prima se stessi e le proprie modalità relazionali.
Se si parte da una profonda riflessione su se stessi e sulle proprie potenzialità, si hanno ottime possibilità di comprendere come abbattere le barriere, o quantomeno di conoscere la loro esistenza, riportando il proprio universo comunicazionale ad una riflessione più consapevole.

Talvolta ci si rende conto di aver voluto dire qualcosa e di aver detto altro, o di aver girato intorno ad un argomento.

Si suppone che l'altro abbia comunque capito quello che si intendeva dire, si presume che sia dotato di forme di telepatia, si pretende che ci capisca, anche se invece di dire A, si è detto B.

Questa è un'illusione che deriva dal proprio bisogno di essere compresi (e amati), senza far nulla di particolare per esserlo. Diviene una pretesa, quindi, più che un desiderio.
Pretendere di essere capiti rappresenta un modo di delegare all'altro la responsabilità della comunicazione.

Si diventa dipendenti dall'ambiente esterno, ci si sottopone al giudizio dell'altro e al rischio di manipolazione delle informazioni e del proprio stesso agire.

L'impotenza nella comunicazione rende vittime, consapevoli o meno, delle decisioni esterne.
La difficoltà a comunicare efficacemente comporta una serie di conseguenze sia su alcuni aspetti del processo comunicativo (feedback interno ed esterno) che sul proprio sistema psicofisico.
Tali conseguenze, se sottovalutate, possono comportare una graduale chiusura del canale di comunicazione.
Andiamo a vedere che cosa succede in pratica.
Prendiamo il caso di una persona che deve comunicare qualcosa, ad esempio un concetto.

L'organismo intero si mette in azione, e se trova al suo interno un blocco relazionale (timidezza, aggressività, paura del giudizio) le sue difficoltà interne si rifletteranno sia sull'oggetto della comunicazione che sul destinatario, creando un muro che, mattone dopo mattone, porterà alla chiusura del canale.

Il fallimento comunicativo provoca generalmente un vissuto di insoddisfazione e di rabbia, tanto più evidenti quanto più era ritenuto importante il momento comunicativo perduto.

Come conseguenza la persona decide di chiudere progressivamente il canale, attribuendo spesso all'ambiente esterno la responsabilità del fallimento.
Spesso la conseguenza diretta del fallimento della comunicazione, vissuta come sconfitta comunicativa, è, dopo la fase di rabbia, la patologica accettazione dello stato di fatto.
Accettare la sconfitta, però, rappresenta il primo passo verso il tentativo di riaprire il canale di comunicazione.

L'accettazione della sconfitta aiuta, infatti, ad analizzare il processo e a capire dove e perché la comunicazione è fallita.
Quello che ci si scambia durante una comunicazione è un enorme patrimonio.

Se si affrontassero le occasioni di comunicazione con la massima disponibilità, ci si potrebbe arricchire in maniera incalcolabile.
Il problema è che troppo spesso le relazioni sono disturbate dalle barriere, che si pongono, più o meno inconsapevolmente, tra sé e l'ambiente esterno. E alla fine quello che si ottiene sono solo le briciole.
Le briciole non ci bastano e allora restiamo "affamati", e anche questo digiuno involontario e spesso non comprensibile, può far scattare ansia, senso di abbattimento, rabbia.

Qualcosa ci manca, anche se non sappiamo esattamente cosa, e per colmare quel vuoto preferiamo ignorare che ci sia.

Ma conviene davvero?
Quando ci si mette in contatto con l'ambiente, non sempre si rimane anche in contatto con se stessi.

E quando questo accade lo si fa distrattamente: non si da troppa importanza alle parole utilizzate, ai verbi, al linguaggio nel suo complesso.

Non è indispensabile soffermarsi sui dettagli, ma si dovrebbe almeno essere in grado di comprendere nell'insieme la situazione emozionale e comunicativa dell'altro.
Per stare in contatto con se stessi si ha bisogno di un sistema interno aperto e disponibile, privo di "contaminazioni" create dalle barriere che "velano" spesso i veri contenuti e significati delle parole.
Il muro di incomunicabilità inizia a costruirsi molto presto nella propria vita.

I primi mattoni si mettono da piccoli, e il loro spessore dipende dal rapporto che si vive con i propri genitori e l'ambiente in cui si cresce.

I bambini sono sensibili e istintivi, e il ripetersi nel tempo di piccole ferite, rifiuti o aggressioni, anche se effettuate inconsapevolmente da parte degli adulti, può creare disturbi alla comunicazione.
A lungo andare le barriere che si sono costruite lavorano automaticamente causando le cosiddette distorsioni cognitive: una serie di comportamenti giudicanti che allontanano dalla comunicazione.
Molte delle proprie reazioni emozionali sono prodotte da un fluire di pensieri, definito monologo interno. Esso aiuta a interpretare e comprendere il mondo.
Il più delle volte queste reazioni riguardano il rapporto con le altre persone. Nel comunicare con gli altri si può soffrire molto a causa dei pensieri che si fanno a proposito delle intenzioni, dei sentimenti e dei motivi che li hanno indotti a comportarsi in un certo modo.
Un uomo molto colto si reca da un vecchio saggio per ricevere insegnamenti. Il maestro gli offre del tè e continua a versarlo nella tazza fino a farla traboccare.
"Perché fai questo?" chiede l'allievo. E il maestro risponde: "Una mente già

piena non può accogliere niente di nuovo. Al pari di questa tazza tu sei pieno di opinioni e preconcetti".

Per riuscire a comunicare è indispensabile iniziare a svuotare la tazza.
L'azione di ascolto dei messaggi è una decodifica selettiva che avviene attraverso i filtri percettivi, che interpretano le informazioni e costruiscono delle rappresentazioni mentali della realtà.

L'elaborazione delle informazioni permette la formulazione di giudizi critici, che devono avvenire solo al termine dell'ascolto.

Di conseguenza dai filtri che poniamo all'ascolto (uno o più di uno) otteniamo solamente una decodifica inefficace, che può essere il risultato di un'informazione incompresa, per carenza o totale disparità di condivisione dei codici, deformata, con pesanti interferenze sull'ascolto, oppure rifiutata, per delegittimazione del referente.
Il problema sta nel fatto che i nostri filtri se non sono "puliti", creano forti interferenze alla comunicazione.
I filtri che utilizziamo sono:

Ricordi
I ricordi "negativi" creano un effetto che si sovrappone e distorce la comunicazione del qui e ora. Per un ascolto efficace sarebbe utile allontanare i "fantasmi del passato" che non hanno niente a che vedere con il "qui ed ora".

Emozioni
Quando l'organismo è scosso da una forte emozione, non necessariamente collegata all'altro, né alla situazione contingente, ma magari residuale di un'esperienza vissuta prima, possiamo essere indotti a ricevere passivamente le informazioni, senza decodificarle. L'ascolto efficace richiede concentrazione per rimuovere le emozioni collegate ad altro.

Pregiudizi

La condizione pregiudiziale è una sorta di "infezione" ai canali di ascolto. Ogni parola o emozione proveniente da una fonte, può evocare in noi reazioni collegate ad esperienze e persone del passato. L'ascolto efficace richiede la consapevolezza che ogni persona è diversa, ed è diverso il contenuto della comunicazione, a seconda dei momenti (tempo) e delle circostanze (spazio).

Valori

Ognuno di noi ha un proprio sistema di valori, che è il suo dizionario per leggere il mondo. Se la comunicazione mette in crisi questo sistema di valori, l'ascolto si blocca e subentra il rifiuto di accettare informazioni ritenute non confacenti. Per un ascolto efficace, l'ideale sarebbe poter ascoltare sempre, e poi selezionare le informazioni.

Atteggiamenti

E' naturale indossare delle "maschere sociali", spesso per il bisogno di appartenere ad un gruppo, ma che possono nascondere le nostre vere emozioni, privandoci della possibilità di esprimerci pienamente. L'ascolto efficace richiede la capacità di "togliersi la maschera" per non eludere il piano emotivo della comunicazione.

Aspettative

Le aspettative possono spostare l'attenzione dell'ascolto, rendendolo talmente selettivo da recepire solo quello che appaga i bisogni. La comunicazione dell'altro assume il colore che preferiamo. L'ascolto efficace richiede di imparare ad ascoltare la comunicazione per quel che è, chiedendoci sempre se stiamo alterando un significato.

Le distorsioni cognitive

Quando esprimiamo una valutazione su un comportamento altrui basata su un elemento che giustifica il nostro stato d'animo di quel momento, trascurando o ignorando tutti gli altri dati che non confermerebbero la nostra interpretazione, è in atto il meccanismo della "visione tunnel".

Ecco un dialogo di esempio.

Lui: "Hai sbadigliato...ti sto annoiando?"

Lei: "Ma che dici, se è tutto il giorno che ridiamo assieme!".

Che funzione ha un cannocchiale?

Ingrandisce il particolare di una scena da cui si è troppo lontani, concentrando l'attenzione su di esso.

La "visione tunnel" è una modalità comunicazionale legata al desiderio di giustificare il proprio stato d'animo, concentrando il dialogo su singoli fatti o argomenti, ed escludendo forzatamente tutti gli altri.

Così, però, perdiamo la visione d'insieme e quindi informazioni utili a comprendere meglio la situazione.

Le nostre convinzioni spesso rappresentano una semplificazione della realtà che può portare a valutazioni errate.

Quando traiamo conclusioni senza dati di fatto a sostegno, ma solo sulla base di una sensazione, mettiamo in atto la cosiddetta "inferenza arbitraria".

Ad esempio se il nostro capo, generalmente riservato, incontrandoci in corridoio ci saluta cordialmente, possiamo pensare che l'abbia fatto perché ha intenzione poi di darci un incarico spiacevole.

I pregiudizi e le convinzioni trovano la loro utilità nella semplificazione dei processi decisionali delle persone.

Una volta attribuita un'etichetta ad una circostanza, quando percepiremo in una

nuova situazione delle similitudini con quella, tenderemo ad applicare la stessa etichetta, risparmiandoci di doverla elaborare come insieme di dati nuovi.
Il vantaggio è l'economicità e la velocità del processo, lo svantaggio è che spesso si corre il rischio di valutare erroneamente i fatti.
La generalizzazione è una funzione "normale" del pensiero che ci permette di estendere le caratteristiche di un'esperienza ad altre circostanze simili.
Quando, però, in una conversazione, astraiamo poche parole o un atteggiamento, per dedurne delle caratteristiche tipiche dell'interlocutore, allora la generalizzazione diviene una "distorsione cognitiva".
Spesso, quando è in atto questo meccanismo, nei nostri pensieri compaiono parole come "tutto", "niente", "mai", "sempre", "ogni", "nessuno".

12.4 COMUNICARE PER FORMARE

La comunicazione per la formazione è una comunicazione per obiettivi e la definizione della sua area d'azione è data dall'ampiezza delle finalità.
Formare, deriva dal concetto di "dare forma", ma più realisticamente è un'attività di facilitazione dell'apprendimento, che consiste nella capacità di creare le migliori condizioni possibili. In questa competenza rientra la capacità di comunicare efficacemente
In questo contesto la relazione interpersonale assume un aspetto ambiguo: si pone sempre sullo scambio umano alla pari, ma attribuisce al ruolo dell'esperienza del formatore una posizione di responsabilità sul piano del passaggio di contenuti, comportamenti, valori, nei confronti del ruolo di chi apprende (discente).
Quindi il rispetto dei ruoli è fondamentale, così come la capacità di comunicazione integrata del formatore.
Il contenuto della formazione deve poter agire su piani molteplici. La parte informativa, da sola è insufficiente. L'apprendimento basato su un processo intellettuale ha poche possibilità di qualificarsi come evento di cambiamento, se

non è sorretto da una comunicazione che sa agire a livello emozionale ed esperienziale.
In qualsiasi progetto formativo la relazione interpersonale rappresenta il nucleo fondamentale dell'attività, e deve proporsi quale supporto allo svolgimento dei processi finalizzati a quel triplice obiettivo definibile nei termini di conoscenze, comportamenti, atteggiamenti.

I metodi che possono essere impiegati per raggiungere questo triplice obiettivo devono avere la forza di integrare le direttrici dell'apprendimento verso le tre sfere, in maniera equilibrata.
L'aula è un contenitore, entro il quale si svolge il "teatro del sé", in cui le persone devono sentirsi libere di esprimersi, dichiarare difficoltà, vivere i conflitti.

Fuori di là c'è il mondo, che attende, come verifica, i risultati dell'apprendimento. L'unico giudizio consentito sarà sul livello di performance finale.
La comunicazione formativa ha come requisito indispensabile la scelta della modalità di comunicazione più appropriata. Un'analisi dei migliori metodi di formazione e delle tecniche in essi contenute, può far decidere la strada da intraprendere ai formatori che vogliono svolgere il loro lavoro con competenza relazionale, cognitiva ed emozionale.

All'interno del metodo si trovano racchiuse le tecniche di comunicazione più efficaci che faciliteranno il compito della formazione.
Prima di scegliere un metodo di formazione, l'attenzione va rivolta ai reali bisogni degli allievi, ai requisiti che vengono richiesti in uscita, agli obiettivi e al cambiamento atteso.

Il focus dell'attenzione è sulle persone, mai sull' "effetto culturale". Un bravo formatore deve portarsi dietro la sua preparazione tecnica, ma

soprattutto l'arte del trasferimento dell'esperienza e la capacità di relazione, che passano attraverso il metodo che poi sceglierà di impiegare.
Il counseling è un metodo di formazione che integra diversi metodi e tecniche allo scopo di sviluppare le doti relazionali indispensabili alla crescita di sé e delle persone che dovranno essere formate.
Nella relazione d'aiuto fra un esperto formatore (counselor) ed una persona bisognosa di scoprire e/o riscoprire le proprie risorse (discente), il counseling implica la creazione di una relazione collaborativa motivazionale e di un clima appropriato per la costruzione di una prassi mirata al cambiamento.
Attraverso lo studio dei principi dell'analisi transazionale, è possibile rendere immediatamente applicabili ed efficaci gli assiomi della comunicazione umana, coinvolgendo se stessi in un processo di apprendimento che permette di acquisire nuovi strumenti, operativi e non solamente teorici, per relazionarsi con il mondo esterno, in qualsiasi campo in cui ci sia una grande importanza nello scambio di comunicazione tra individui.

La PNL è una metodologia che si basa sul principio che ogni comportamento ha una sua struttura che può essere cambiata.
Ci sono vari campi nei quali la PNL è utile: la comunicazione, lo sviluppo delle capacità mentali manageriali, lo sviluppo delle capacità personali.
E questi tre campi hanno, nella capacità di gestire il proprio comportamento in maniera finalizzata, il punto in comune con il bagaglio indispensabile al formatore.
Le persone che agiscono da formatori devono acquisire, attraverso il training personale, alcune qualità, che emergeranno al termine del loro percorso formativo, indipendentemente dal metodo seguito:

- autostima;
- empatia
- ascolto attivo
- apertura
- motivazione

La funzione dell'accoglienza è l'incontro, la rassicurazione, la possibilità di relazione, che il formatore deve saper stabilire con i discenti.
Il formatore accogliente non è mai giudicante, si pone sul piano relazionale in apertura, e offre le migliori condizioni per l'incontro.

L'accoglienza sa indirizzare il riconoscimento del merito, sa premiare o consolare quando ci si trova davanti ad un fallimento, e sa aiutare a superare gli inevitabili ostacoli di tutti i processi di apprendimento.
La componente normativa che il formatore deve possedere si mette in azione quando è necessario dare un ritmo al lavoro, esaminare i risultati, stimolare la dedizione all'apprendimento.

La norma richiama all'ordine, ad una disciplina di sé che evita di cadere nella trasgressione, nel tentativo dannoso di disconoscimento dell'importanza del percorso formativo.
Il formatore deve essere in grado di comprendere chi ha davanti, poiché l'atteggiamento assunto dal discente incide profondamente sul raggiungimento degli obiettivi formativi.
Il suo lavoro comprenderà l'abbattimento di barriere all'apprendimento, e quindi alla comunicazione, egli dovrà cercare di sciogliere quelle resistenze che si manifesteranno durante il percorso, rispettando la personalità dei discenti.

La matrice di Gallup può essere utile per farsi un'idea della motivazione delle persone a partecipare alle attività formative, avendo come criterio il grado di soddisfazione che esse mostrano rispetto alle conoscenze possedute. I profili individuati sono il risultato della combinazione tra due direttrici: "quanto sono soddisfatto del mio livello di capacità" e "quanto mi ritengo capace di saper fare".
Il presidiatore si caratterizza per un'alta soddisfazione sulle proprie capacità e un'alta consapevolezza di saper fare. Ha la tendenza a conservare e mantenere le proprie convinzioni con una certa ostinazione e ad avere comportamenti di

distacco e conflitto nei confronti dei suoi interlocutori. Per il presidiatore "non c'è nulla che noi possiamo raccontargli che già non conosca". La strategia per catturare la loro attenzione consiste nel mettere in crisi, con domande garbate e con ironia, le loro conoscenze.

Gli alieni si caratterizzano per l'accontentarsi di quel poco che sanno fare.

La strategia per catturare la loro alienazione consiste nel diminuire il grado di soddisfazione sulla competenza, enfatizzando la rilevanza e l'importanza dell'argomento di cui si sta parlando.

I "bevitori" si caratterizzano per la sensazione di saper fare poco e per la rabbia associata a questa sensazione. Hanno spesso ansia di apprendere e aspettative molto elevate nei confronti del docente. Si può dire che hanno "fame" di conoscenza, e che provano indignazione quando le proprie aspettative non vengono soddisfatte. La strategia per catturare l'attenzione degli individui appartenenti alla categoria dei "bevitori" è comunicare dando molte informazioni, con molta disponibilità, approfondendo sempre, se richiesto, l'argomento trattato.

I masochisti si caratterizzano per un'insoddisfazione di fondo sulle proprie competenze, che pur riconoscono essere molto buone. La strategia per catturare l'attenzione degli individui appartenenti alla categoria dei masochisti, consiste nel riconoscere la loro competenza in una data materia o su uno specifico argomento. É inoltre importante porgere l'informazione con empatia e con una buona dose di partecipazione emotiva.

La formazione può essere vista come un processo comunicativo finalizzato all'apprendimento, quindi si tratta di un processo molto complesso, in cui sono presenti da un lato il docente e dall'altro il discente. Se il rapporto tra le parti è troppo sbilanciato, la comunicazione diventa poco efficace.

In questo modulo verranno analizzate alcune insidie che possono intervenire nella relazione, ostacolando il processo formativo.

Una delle situazioni più comuni, che potrebbe rendere la relazione problematica, si verifica quando esiste un rapporto troppo sbilanciato tra gli interlocutori. Se il formatore stabilisce una comunicazione ad una via e presta poca

attenzione all'interazione, il suo diventa un monologo, dove i tentativi di interruzione vengono vissuti come disturbo. Le cause possono essere diverse, come ad esempio la scarsa empatia, la difficoltà di concentrazione, la bassa competenza relazionale, una certa inadeguatezza nei metodi di comunicazione utilizzati.
L'effetto che si ottiene con questo approccio relazionale è l'ascolto passivo.
L'ascolto passivo è causa di basso apprendimento o di errori di interpretazione, che possono generare distorsioni sia sul piano cognitivo che su quello comportamentale.
Il formatore deve impegnarsi a stimolare l'ascolto attivo, e accertarsi che i messaggi vengano trasmessi all'allievo nel modo giusto. Domande, esercitazioni, osservazione del non verbale, stimoli emotivi e fisici, sono gli strumenti migliori per agire in tal senso.
Il rischio di trasformare la comunicazione in una trasmissione monotona di informazioni è un'altra causa di poco coinvolgimento dell'allievo. Bisogna concentrarsi sulle proprie competenze linguistiche e paralinguistiche per essere in grado di trasformare il proprio pensiero in comunicazione efficace. Il cardine della competenza comunicativa è sempre la formazione, che necessita però di chiarezza e semplificazione per dare garanzie di ascolto.
Il formatore deve essere un comunicatore creativo.

Deve saper sperimentare, inventare soluzioni innovative, aprirsi a nuove frontiere sia nel metodo che nelle modalità relazionali. In questo modo egli sarà una fonte per i suoi allievi di intuizioni e ne stimolerà il pensiero creativo.

Essere creativi significa uscire dagli schemi rigidi e soprattutto superare la mancanza di motivazione per innovare ogni volta e aprire la strada al cambiamento.
Spesso chi è destinatario della formazione tende a spostare la comunicazione su un piano polemico, a causa delle proprie resistenze al cambiamento. Il rischio di conflitti è molto elevato, poiché anche il formatore può avere

difficoltà a comprendere il vero significato di una specifica domanda o affermazione forte da parte dell'allievo, che può nascondere una provocazione o una sfida.
Per evitare il conflitto, il formatore deve sottolineare sempre il rispetto dei ruoli, ancorando gli interventi alle proprie competenze e ai propri obiettivi. Concentrarsi sul proprio ruolo, cercando di evitare di mettere in dubbio le proprie capacità di riuscita, potrebbe essere un modo per aiutare gli allievi ad uscire dal piano polemico e a riconoscere i reali bisogni.
Nella comunicazione formativa è determinante che il Formatore gestisca gli aspetti della propria personalità in modo tale da contenere la relazione con il discente entro un assetto in grado di supportare l'apprendimento.
Il formatore deve infatti porsi solo come tramite per la crescita dei discenti evitando di assumere atteggiamenti da protagonista che, se troppo evidenziati, rischiano di ridurre notevolmente le possibilità di espressione dei discenti.
Il processo di apprendimento, e specularmente il processo di insegnamento, necessità del feedback, ossia di quelle informazioni che gli altri ci comunicano su quanto stiamo comunicando o facendo.

Se la comunicazione è stata impostata in modo corretto, si assisterà a un feedback spontaneo, come ad esempio una richiesta di approfondimenti, oppure ad un intervento particolarmente creativo di un discente. Ciò significa che la comunicazione è bidirezionale, cioè che sta funzionando.
Il caso contrario, cioè l'assenza di interventi da parte dei discenti, significa che qualcosa non va, e occorre "indagare" cosa sia. In questo caso sarà utile "forzare" il feedback dei discenti stimolandoli ad intervenire, a chiedere chiarimenti, oppure ricorrendo ad esercitazioni, test, domande di rinforzo.
Il formatore deve lavorare individualmente su tutte le persone, e per ognuna di esse dovrà avere un quadro chiaro della situazione in uscita dal processo di apprendimento.
Dall'analisi del feedback potrà ottenere informazioni sull'efficacia del percorso,

correggere il tiro, eliminando o inserendo nuovi argomenti, o modificando il metodo e le tecniche.
Guidando i discenti verso l'espressione del loro potenziale, il formatore vive a sua volta un'esperienza molto arricchente.

La crescita professionale di una persona è un risultato che indica che la formazione è stata progettata e gestita nel modo appropriato.
Aiutare i discenti a superare problemi, resistenze, a scoprire nuove possibilità, ad esplorare le proprie potenzialità o semplicemente ad apprendere nuove procedure o tecniche, può essere molto gratificante.
Sei il formatore di un corso appena iniziato. Non conosci bene i tuoi allievi. Ad un certo punto, mentre stai spiegando un concetto, uno di essi si rivolge a te in questo modo:
"Mi scusi, ma credo che abbia già detto queste cose. Perché non affrontiamo il tema dei conflitti che potrebbe essere più utile in questo contesto?"
Come ti comporteresti?

a) Gli direi di aspettare che prima o poi affronterò l'argomento. Secondo me sta cercando la sfida.
b) Se il tema proposto è coerente con gli obiettivi della sessione o del corso, gli comunicherei che verrà trattato al momento opportuno, ma che è altrettanto importante trattare il tema in corso.
c) Gli ricorderei che il docente sono io e so bene quando inserire o meno un argomento. Sta avendo luogo una
proiezione e non voglio che questo spostamento di ruolo possa danneggiare il suo apprendimento.
d) Gli chiederei che cosa intende con quella provocazione. Mi sentirei preoccupato di aver sbagliato.

Risposte

a) Anche ammesso che lui stia cercando la sfida, con quel "prima o poi" la raccoglieresti. Questo atteggiamento rischia di portare ad uno stato di rabbia, o di insoddisfazione che può compromettere la gestione positiva delle dinamiche emozionali.

b) Questa potrebbe essere la risposta migliore, perché tiene presente che è il gruppo in formazione il destinatario dell'intervento, e che per salvaguardare gli obiettivi (sempre che siano stati individuati correttamente) occorre saper gestire le dinamiche individuali.

c) Una risposta autoritaria probabilmente non è utile perché rischia di irrigidire la comunicazione tra formatore e gruppo, portandola su un assetto formale e poco espressiva, il contrario di ciò che è desiderabile nella situazione formativa.

d) E' sicuramente utile monitorare costantemente la propria performance in relazione alle reazioni del gruppo in formazione, ma queste hanno valore in rapporto agli obiettivi formativi della sessione o del corso, ma non in rapporto agli stati d'animo che suscitano.

Sei un formatore che sta conducendo una sessione in aula. Dopo aver proiettato le slide e aver esposto la lezione, ti rivolgi al gruppo chiedendo se hanno domande da porre, ma nessuno si fa avanti e in aula cala il silenzio. Cosa faresti?

a) Penserei che non sono interessati alla materia, quindi meglio andare avanti dritti fino alla fine

b) Se non ci sono domande vuol dire che non hanno ascoltato, quindi chiedo ad uno a caso di ripetere sinteticamente quanto ho detto

c) Chiederei loro se si stanno annoiando o se non sono stato chiaro

d) L'inviterei a porre domande liberamente, ricordandogli che siamo là per imparare. Se non ci sono interventi, gli proporrei di fare un'esercitazione, in modo da renderli più attivi.

Risposte

a) Forse non è la cosa migliore. Probabilmente il risultato sarà una sessione in cui apparentemente si è fatta formazione, ma che in realtà somiglia più al monologo di un attore.

b) Forse non è la cosa migliore. Forzare il feedback è importante, ma non attraverso l'autorità. Questo porterebbe probabilmente ad una chiusura definitiva del gruppo, o ad una falsa partecipazione dettata dal timore del docente.

c) Questa potrebbe essere una risposta utile, poiché porrebbe le basi per l'apertura di un dialogo, stemperando la tensione e mettendosi dalla parte di chi ascolta.

d) Questa potrebbe essere la risposta migliore, perché porrebbe le basi per l'apertura del dialogo, ma in caso negativo il ricorso all'esercitazione stimolerebbe il gruppo ad assumere una posizione più attiva

LLP-LDV/TOI/07/IT/307

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Copyright 2009